

UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

***PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA
EN BAJA TENSIÓN DE UNA FÁBRICA DE
BALLESTAS DE COMPOSITE***

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTORA

Virginia Martínez Sánchez

DIRECTOR

Héctor Beltrán i San Segundo

Castellón, julio de 2017

Título del proyecto: Proyecto de instalación eléctrica en baja tensión de una fábrica de ballestas de composite

Emplazamiento: C/ Encarnación, 2D pta. 1, Villarreal

Autor del proyecto: Virginia Martínez Sánchez. DNI: 20903510-Y

Director del proyecto: Héctor Beltrán i San Segundo

Castellón de la Plana, julio de 2017

Todos están esperando (Autumn Comets; We are here/ You are not).

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unidades abreviadas.	22
Tabla 2. Abreviaturas.	22
Tabla 3. Datos del titular de las instalaciones.	23
Tabla 4. Superficies de la nave.	24
Tabla 5. Designación de zonas en función de la presencia de polvo.	26
Tabla 6. Categoría de aparatos en función de su nivel de protección.	29
Tabla 7. Características mínimas de las bandejas en emplazamientos de Clase II.	31
Tabla 8. Tipo de curva de disparo de los magnetotérmicos.	38
Tabla 9. Tensión soportada a impulsos de los equipos y materiales de la instalación.	39
Tabla 10. Potencia de receptores de alumbrado.	41
Tabla 11. Potencia de receptores de fuerza motriz.	41
Tabla 12. Potencia de receptores de otros usos.	42
Tabla 13. Potencia total de la instalación.	42
Tabla 14. Niveles luminosos exigidos Zona de fabricación.	43
Tabla 15. Niveles luminosos exigidos Laboratorio de prototipos.	43
Tabla 16. Niveles luminosos exigidos Cabina de lijado y pintura.	43
Tabla 17. Niveles luminosos exigidos Laboratorio calidad.	43
Tabla 18. Niveles luminosos exigidos Aseo y Aseo minusválidos.	44
Tabla 19. Niveles luminosos exigidos Oficinas PB, Calidad y Oficinas P1 ^a	44
Tabla 20. Características principales de las lámparas de Halogenuro metálico y LEDs.	45
Tabla 21. Niveles luminosos obtenidos Zona de fabricación.	46
Tabla 22. Niveles luminosos obtenidos Laboratorio de prototipos.	47
Tabla 23. Niveles luminosos obtenidos Cabina lijado y pintura.	48
Tabla 24. Niveles luminosos obtenidos Laboratorio de calidad.	49
Tabla 25. Niveles luminosos obtenidos Aseo minusválidos.	51
Tabla 26. Niveles luminosos obtenidos Aseo.	51
Tabla 27. Niveles luminosos obtenidos Oficinas PB.	53
Tabla 28. Niveles luminosos obtenidos Calidad.	53
Tabla 29. Niveles luminosos obtenidos Oficina P1 ^a	54
Tabla 30. Niveles luminosos obtenidos Oficinas P1 ^a	55
Tabla 31. Composición Cuadro general.	57
Tabla 32. Líneas de distribución y su canalización.	57
Tabla 33. Composición Cuadro secundario 1.	59
Tabla 34. Composición Cuadro secundario 2.	59
Tabla 35. Composición Cuadro secundario 3.	60
Tabla 36. Composición Cuadro secundario 4.	60
Tabla 37. Líneas secundarias y canalizaciones del Cuadro secundario 1.	61
Tabla 38. Líneas secundarias y canalizaciones del Cuadro secundario 2.	62
Tabla 39. Líneas secundarias y canalizaciones del Cuadro secundario 3.	63
Tabla 40. Líneas secundarias y canalizaciones del Cuadro secundario 4.	64
Tabla 41. Potencia de receptores de alumbrado.	77
Tabla 42. Potencia de receptores de fuerza motriz.	78
Tabla 43. Potencia de receptores de otros usos.	78
Tabla 44. Potencia total prevista.	79
Tabla 45. Coeficientes de reflexión.	80

Tabla 46. Resultados luminotécnicos Zona de producción.....	80
Tabla 47. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en la Zona de Producción.	81
Tabla 48. Resultados luminotécnicos en las superficies de cálculo de la Zona de prototipos.....	82
Tabla 49. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en la Zona de prototipos.	83
Tabla 50. Resultados luminotécnicos de la Cabina de lijado y pintura.	83
Tabla 51. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en la Cabina de lijado y pintura.....	84
Tabla 52. Resultados luminotécnicos del Laboratorio de calidad.	85
Tabla 53. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en el Laboratorio de calidad.....	86
Tabla 54. Resultados luminotécnicos del Aseo minusválidos.....	87
Tabla 55. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en el Aseo minusválidos.	88
Tabla 56. Resultados luminotécnicos del Aseo.	88
Tabla 57. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en el Aseo.....	89
Tabla 58. Resultados luminotécnicos en la Oficina (Planta baja).	89
Tabla 59. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en la Oficina (Planta baja).....	90
Tabla 60. Resultados luminotécnicos de Calidad (Planta baja).....	90
Tabla 61. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en Calidad (Planta baja).	91
Tabla 62. Resultados luminotécnicos en Oficina (Planta primera).....	91
Tabla 63. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en Oficina (Planta primera).	92
Tabla 64. Resultados luminotécnicos de Oficinas (Planta primera).....	93
Tabla 65. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en Oficinas (Planta primera).	93
Tabla 66. Valores límite de eficiencia energética de la instalación.	94
Tabla 67. Lista de luminarias empleadas para el alumbrado de emergencia.	95
Tabla 68. Posición y ángulos de las luminarias de emergencia (Planta baja).	98
Tabla 69. Resultado del alumbrado antipánico en el volumen de 0.00 m a 1.00 m (Planta baja).	99
Tabla 70. Resultados del alumbrado para el recorrido de evacuación 1 (Planta baja).	101
Tabla 71. Resultados del alumbrado para el recorrido de evacuación 2 (Planta baja).	102
Tabla 72. Resultados del alumbrado para el recorrido de evacuación 3 (Planta baja).	103
Tabla 73. Resultados de alumbrado de emergencia sobre los cuadros eléctricos. ...	103
Tabla 74. Posición y ángulos de las luminarias de emergencia (Planta primera).	104
Tabla 75. Resultado del alumbrado antipánico en el volumen de 0.00 m a 1.00 m (Planta primera).....	105
Tabla 76. Resultados del alumbrado para el recorrido de evacuación 1 (Planta primera).	106
Tabla 77. Sistema de instalación elegido en cada zona.	107
Tabla 78. Cálculos de dimensionamiento de las líneas.....	111
Tabla 79. Resistencias y reactancias de cortocircuito.	114
Tabla 80. Cálculos de las protecciones frente a sobrecargas y cortocircuitos de cada línea.....	117
Tabla 81. Sección mínima del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase en conductores enterrados bajo tubo.	160
Tabla 82. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.	161
Tabla 83. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas.....	163

Tabla 84. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores de los cables a conducir.	164
Tabla 85. Características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas.	164
Tabla 86. Características mínimas para canalizaciones superficiales ordinarias.....	165
Tabla 87. Características mínimas de las bandejas.	166
Tabla 88. Valores mínimos de resistencia de aislamiento de la instalación.....	171

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Cable RZ1MZ1-K (AS)	30
Imagen 2. Cable RV-K.	33
Imagen 3. Cable H07V-K.	33
Imagen 4. RZ1-K (AS).	34
Imagen 5. Esquema de distribución TT.....	36
Imagen 6. CoreLine Campana	46
Imagen 7. Curvas isolux obtenidas Zona de fabricación.	47
Imagen 8. Curvas isolux obtenidas Laboratorio de prototipos.	48
Imagen 9. Curvas isolux obtenidas Cabina lijado y pintura.	48
Imagen 10. Maxos LED Performer.....	49
Imagen 11. Curvas isolux obtenidas Laboratorio de calidad.	50
Imagen 12. CoreLine SlimDownlight.	50
Imagen 13. Curvas isolux obtenidas Aseo minusválidos.	51
Imagen 14. Curvas isolux obtenidas Aseo.	52
Imagen 15. PowerBalance adosable o suspendida.....	52
Imagen 16. Curvas isolux obtenidas Oficinas PB.....	53
Imagen 17. Curvas isolux obtenidas Calidad.	54
Imagen 18. Curvas isolux obtenidas Oficina P1ª.....	54
Imagen 19. Curvas isolux obtenidas Oficinas P1ª.....	55
Imagen 20. Toma de tierra con dos picas de acero.	65
Imagen 21. Esquema de conexión al puente seccionador.	65
Imagen 22. Modelo ZES N12 A	68
Imagen 23. Modelo HYDRA LD.	68
Imagen 24. Curvas isolux alumbrado de emergencia en el plano del suelo de la Planta baja.....	69
Imagen 25. Curvas isolux de alumbrado de emergencia en el plano del suelo de la Primera planta.	69
Imagen 26. Diagrama isolux de la Zona de producción.....	81
Imagen 27. Superficies de cálculo 1 y 2 de la Zona de prototipos.....	82
Imagen 28. Diagrama isolux de la Zona de prototipos.	83
Imagen 29. Diagrama isolux de la Cabina de Lijado y pintura.....	84
Imagen 30. Diagrama isolux del Laboratorio de calidad.....	85
Imagen 31. Diagrama isolux del Aseo minusválidos.	87
Imagen 32. Diagrama isolux del Aseo.....	88
Imagen 33. Diagrama isolux de la Oficina (Planta baja).....	90
Imagen 34. Diagrama isolux de Calidad (Planta baja).....	91
Imagen 35. Diagrama isolux de Oficina (Planta primera).	92
Imagen 36. Diagrama isolux de Oficinas (Planta primera).	93
Imagen 37. Definición de ejes y ángulos de las luminarias.	96
Imagen 38. Situación de las luminarias de emergencia (Planta baja).	97
Imagen 39. Curvas isolux en el plano a 0.00 m (Planta baja).....	99
Imagen 40. Curvas isolux en el plano a 1.00 m (Planta baja).....	99
Imagen 41. Recorrido de evacuación 1 (Planta baja).....	100
Imagen 42. Luxes sobre el recorrido de evacuación 1 (Planta baja).	100
Imagen 43. Recorrido de evacuación 2 (Planta baja).....	101
Imagen 44. Luxes sobre el recorrido de evacuación 2 (Planta baja).	101

Imagen 45. Recorrido de evacuación 3 (Planta baja).....	102
Imagen 46. Luxes sobre el recorrido de evacuación 3.	102
Imagen 47. Situación de los cuadros eléctricos (Planta baja).	103
Imagen 48. Situación de las luminarias de emergencia (Planta primera).	104
Imagen 49. Curvas isolux en el plano a 0.00 m (Planta primera).	104
Imagen 50. Curvas isolux en el plano a 1.00 m (Planta primera).	105
Imagen 51. Recorrido de evacuación 1 (Planta primera).	106
Imagen 52. Luxes sobre el recorrido de evacuación 1 (Planta primera).....	106

ÍNDICE DE CAPÍTULO DEL PROYECTO

MEMORIA 15

ANEXOS.....73

PLIEGO DE CONDICIONES 155

PRESUPUESTO..... 181

PLANOS 197

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Objeto.....	19
2. Alcance.....	19
3. Antecedentes.....	19
4. Disposiciones legales y normas aplicadas	20
5. Programas de cálculo	20
6. Definiciones y abreviaturas	21
6.1 Definiciones	21
6.2 Abreviaturas	22
7. Titular de las instalaciones.....	23
7.1 Nombre, domicilio social	23
8. Emplazamiento de las instalaciones	23
9. Edificaciones	23
10. Clasificación y características de las instalaciones.....	24
10.1 Sistema de alimentación. Tensiones de alimentación	24
10.2 Clasificación. Según riesgo de las dependencias de la industria (de acuerdo con la ITC-BT correspondiente), delimitando cada zona y justificando la clasificación adoptada.....	24
10.2.1 Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT-29)	25
10.2.1.1 Fuentes de escape de polvo.....	25
10.2.1.2 Extensión de las zonas.....	26
10.2.1.3 Capas de polvo.....	26
10.3 Características de la instalación (clasificado por locales o zonas según particularidades).....	29
10.3.1 Zonas con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT-29)	29
10.3.1.1 Equipos eléctricos (excluidos cables y conductos)	29
10.3.1.2 Sistemas de cableado	30
10.3.1.3 Canalizaciones fijas.....	31
10.3.2 Zonas sin clasificar (ITC-BT-19)	32
10.3.2.1 Sistemas de cableado	32
10.3.2.2 Canalizaciones fijas.....	34
10.3.2.3 Canalizaciones móviles	35
10.3.2.4 Luminarias.....	35
10.3.2.5 Tomas de corriente.....	35
10.3.2.6 Sistema de protección contra contactos indirectos	35
10.3.2.7 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	37

10.3.2.8	Protección contra armónicos, sobretensiones.....	39
11.	Programa de necesidades.....	41
11.1	Potencia eléctrica prevista en alumbrado, fuerza motriz y otros usos	41
11.1.1	Receptores de alumbrado	41
11.1.2	Receptores de fuerza motriz.....	41
11.1.3	Otros usos	42
11.2	Potencia total prevista de la instalación	42
11.3	Niveles luminosos exigidos según dependencias y tipo de lámparas	43
12.	Descripción de la instalación	55
12.1	Instalaciones de enlace	55
12.1.1	Centro de transformación	55
12.1.2	Caja general de protección.....	56
12.1.3	Equipo de medida.....	56
12.2	Instalaciones receptoras fuerza y/o alumbrado.....	56
12.2.1	Cuadro general y su composición.....	56
12.2.2	Líneas de distribución y su canalización	57
12.2.3	Cuadros secundarios y su composición.....	58
12.2.4	Líneas secundarias de distribución y sus canalizaciones	61
12.3	Puesta a tierra	64
12.3.1	Toma de tierra	64
12.3.2	Conductor de tierra.....	65
12.3.3	Borne principal de puesta a tierra	65
12.3.4	Conductores de protección.....	66
12.4	Equipos de compensación de energía reactiva.....	66
12.5	Alumbrado de emergencia.....	66
12.5.1	Alumbrado de seguridad.....	66
12.5.1.1	Alumbrado de evacuación	67
12.5.1.2	Alumbrado ambiente o antipánico.....	67
13.	Conclusión	70
14.	Programa de ejecución	70
15.	Bibliografía	71
16.	Orden de prioridad entre los documentos.....	72

1. Objeto

Es objeto del presente proyecto el diseño y la descripción de los elementos, características técnicas, legales y de seguridad, que constituyen la instalación eléctrica en baja tensión para el suministro de energía a una nave industrial destinada a la fabricación de ballestas de composite.

2. Alcance

De acuerdo con la reglamentación vigente que es de aplicación en el presente proyecto, y con los cálculos que se exponen en el Anexo, se diseña la instalación eléctrica, la cual será descrita en la presente Memoria, y reflejada en los Planos que se acompañan.

Se pretende cumplir con los trámites necesarios para dar servicio a la instalación eléctrica proyectada y que ésta pueda entrar en funcionamiento, una vez autorizada por los organismos competentes.

3. Antecedentes

La empresa Ballestas HA S.L. desea legalizar la instalación eléctrica de una nave industrial ubicada en la C/ Encarnación, 2D pta. 1 en la localidad de Villarreal. En su interior se llevará a cabo como actividad principal la fabricación de ballestas de composite.

La actividad se desarrolla en dos fases; se pueden diferenciar en:

- Fase 1: Laboratorio de prototipos.
- Fase 2: Zona de producción.

Tanto en el proceso de realización del prototipo de las ballestas como en su posterior fabricación, debido a las sustancias que forman el composite, en aquellos procesos que se generen partículas en suspensión, en este caso, fibras combustibles, se encuentra la posible formación de atmósferas explosivas, denominadas ATEX.

Por tanto, es preciso llevar a cabo un diseño, conservación y mantenimiento de la instalación eléctrica y sus componentes en las zonas clasificadas, dentro de unos límites estrictos, de modo que las condiciones de seguridad no se vean comprometidas durante su vida útil.

Se cuenta con la distribución en planta de todos los elementos que intervienen en el proceso, así como el listado del conjunto de maquinaria que produce las partículas en suspensión mencionadas.

La nave industrial cuenta con un silo y un ventilador centrífugo general, situados en el exterior de la misma, que forman parte del sistema de extracción por aspiración local

situado sobre cada máquina o zona de trabajo en la que se generan partículas en suspensión. La aspiración tiene el objetivo de impedir la formación de atmósferas explosivas, atenuando así los efectos perjudiciales de una posible explosión y garantizando tanto la salud como la seguridad de los trabajadores.

4. Disposiciones legales y normas aplicadas

Para el cálculo y montaje de las instalaciones se tendrán en cuenta en todo momento las disposiciones del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto) y sus Instrucciones Complementarias ITC-BT, así como las posteriores modificaciones y actualizaciones del mismo.

Se considerarán también las Normas Particulares de la Compañía Suministradora de Energía Iberdrola S.A.

Además, se tendrá presente el conjunto de normas UNE siguientes:

UNE-EN 60079-14. Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalaciones eléctricas.

UNE-EN 60079-10-2. Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo.

UNE-EN 60079-17. Atmósferas explosivas. Parte 17: Inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas.

UNE-EN 12464-1. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.

UNE-HD 60364-5-52. Instalaciones eléctricas en edificios de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

5. Programas de cálculo

Se ha empleado el programa de cálculo Dmelect para verificar el correcto dimensionado de las líneas de la instalación eléctrica, así como la elección de sus respectivas protecciones.

Se ha utilizado el programa Dialux para realizar el diseño de la iluminación interior de la nave industrial.

Se ha utilizado el programa de cálculo DAISA de Daisalux para realizar el diseño de la adecuada distribución del alumbrado de emergencia.

6. Definiciones y abreviaturas

6.1 Definiciones

Emplazamiento: Lugar o espacio tridimensional.

Polvo: Término genérico que incluye los polvos combustibles y las partículas en suspensión combustibles.

Partículas en suspensión combustibles: Partículas sólidas, incluyendo fibras, de tamaño nominal mayor de 500 μm , que pueden formar mezclas explosivas con el aire a presión atmosférica y temperaturas normales.

Atmósfera combustible de polvo: Mezcla con aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de polvo la cual, tras la inflamación, permite una propagación auto sostenida.

Contenedor de polvo: partes cerradas del equipo en cuyo interior se manejan, tratan, transportan o almacenan materiales, minimizando el riesgo de escape de polvo a la atmósfera circundante.

Fuente de escape de polvo: Punto o localización desde el que el polvo puede escaparse a la atmósfera; la fuente de escape de polvo puede producirse a partir de un contenedor de polvo o de una capa de polvo.

Extensión de la zona: Distancia en cualquier dirección desde el borde de una fuente de escape hasta el punto donde el riesgo correspondiente al escape se considera que ya no existe.

Defecto catastrófico: Circunstancia que supera los parámetros de diseño de la planta de proceso y del sistema de control lo que ocasiona un escape mayor de material inflamable.

6.2 Abreviaturas

Magnitud	Unidad	Símbolo
Área	Metro cuadrado	m ²
Volumen	Metro cúbico	m ³
Frecuencia	Hercio	Hz
Fuerza	Newton	N
Peso	Kilogramo	Kg
Presión, tensión	Pascal	Pa
Energía, trabajo	Julio	J
Potencia	Vatio	W
Carga eléctrica	Culombio	C
Potencial eléctrico	Voltio	V
Resistencia eléctrica	Ohmio	Ω
Corriente eléctrica	Amperios	A
Temperatura Celsius	Grados Celsius	°C
Temperatura Kelvin	Grados Kelvin	K
Flujo luminoso	Lumen	lum
Iluminancia	Lux	lux
Tiempo	Horas	h

Tabla 1. Unidades abreviadas.

Acrónimo	Designación
ATEX	Atmósferas explosivas
LED	Diodo emisor de luz
HID	Lámparas de descarga de alta intensidad
IRC	Rendimiento de color
UGR	Valor de deslumbramiento
VEEI	Valor de eficiencia energética de la instalación
ISO	Organización Internacional de normalización
RD	Real Decreto
CTE	Código Técnico de la Edificación
REBT	Reglamento electrotécnico de baja tensión
ITC	Instrucción técnica complementaria
UNE	Una Norma Española
IVA	Impuesto sobre el valor añadido

Tabla 2. Abreviaturas.

7. Titular de las instalaciones

7.1 Nombre, domicilio social

Nombre	Ballestas HA S.L.U. C.I.F: B-12.961.470
Domicilio social	Camino Viejo Castellón-Onda (S/N) 12540 Villarreal-Castellón

Tabla 3. Datos del titular de las instalaciones.

8. Emplazamiento de las instalaciones

La actividad objeto del presente proyecto está ubicada en una nave en la C/ Encarnación, 2D Pta. 1 y 2 en la localidad de Villarreal, Castellón.

Referencia catastral: 8666945YK4286N0001OJ.

El emplazamiento se puede observar en el Plano nº01 del documento Planos.

9. Edificaciones

Se dispone de una nave industrial con una superficie en planta de 1762.60 m², que tiene las características constructivas que se indican a continuación:

- Tipo: nave industrial aislada;
- Estructura: metálica con pórticos hiperestáticos;
- Cerramientos: muro de placas de hormigón en la parte inferior y chapa metálica grecada en el resto;
- Cubierta: chapa metálica grecada;
- Solado: el pavimento de la nave es una solera de hormigón de 20 cm de espesor;
- Accesos: se dispone de 2 puertas de 4.80 m de anchura y 2 puertas de 3.26 m de acceso a la nave, metálicas.

La superficie de cada una de las zonas que comprende la nave se muestra en la Tabla 4.

Zona	Superficie (m ²)
Zona de fabricación	1315.9
Laboratorio de prototipos	264.5
Cabina lijado y pintura	36.5
Laboratorio calidad	25.3
Aseo minusválidos	7.1
Aseo	6.9
Oficina PB	15.4
Calidad	31.3
Oficinas P1 ^a	59.7
Total superficie	1762.6

Tabla 4. Superficies de la nave

El laboratorio de prototipos incluirá los siguientes elementos: estufa, filament winding, mesa de corte, mesa de apilado híbrida y monoleaf, mesa de desplazamiento, prensa, máquina RTM, robot de cosido, mesa de cosido manual, almacén de producto terminado y útiles.

La zona de fabricación contará con los siguientes elementos: 2 líneas de laminado, 2 hornos de activación binder, 2 prensas inyectoras, 2 hornos, zona de inspección ultrasónica, máquina recantado + corte + pintura y el almacén de producto terminado.

La distribución en planta de los elementos se puede observar en el Plano nº02 del documento Planos.

10. Clasificación y características de las instalaciones

10.1 Sistema de alimentación. Tensiones de alimentación

La energía eléctrica que alimenta a la nave industrial se suministra a través de un centro de transformación de 630 kVA propiedad de la compañía distribuidora Iberdrola S.A.

La tensión nominal de alimentación será de 400 V en trifásica y de 230 V en monofásica.

10.2 Clasificación. Según riesgo de las dependencias de la industria (de acuerdo con la ITC-BT correspondiente), delimitando cada zona y justificando la clasificación adoptada

La nave está formada por locales y zonas con distintas características, determinadas tanto por la actividad desarrollada como por los materiales que se procesan en su interior. Por este motivo, se analizará cada caso por separado.

10.2.1 Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT-29)

Debido a las partículas en suspensión de fibra combustible que se generan en algunas máquinas del proceso de fabricación de prototipos y producción de las ballestas del presente proyecto, se tienen locales o zonas con riesgo de incendio y explosión, denominadas zonas ATEX; de modo que la instalación eléctrica que se realice en dichas zonas deberá cumplir con las premisas establecidas en la ITC-BT-29 del REBT.

Según la ITC-BT-29, se definen como emplazamientos de Clase II aquellos en los que el riesgo se debe a la presencia de polvo o fibra combustible, donde la palabra emplazamiento se refiere a un lugar o espacio tridimensional. Se distinguen tres tipos de zonas de emplazamientos de Clase II:

Zona 20

Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire está presente de forma permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

Zona 21

Emplazamientos en los que cabe contar con la formación ocasional, en condiciones normales de funcionamiento, de una atmósfera explosiva, en forma de nube de polvo inflamable en el aire.

Zona 22

Emplazamientos en los que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire o en la que, en caso de formarse dicha atmósfera explosiva, sólo subsiste por breve espacio de tiempo.

Con el fin de evaluar de forma apropiada la clasificación de los emplazamientos de Clase II, se seguirá la norma UNE-EN 60079-10-2, que trata la clasificación de emplazamientos en atmósferas explosivas de polvo.

10.2.1.1 Fuentes de escape de polvo

Las atmósferas explosivas de polvo se forman a partir de fuentes de escape de polvo. Una fuente de escape de polvo es un punto o lugar a partir del cual el polvo puede liberarse o levantarse, de tal manera que se puede formar una atmósfera explosiva de polvo; esta definición incluye también las capas de polvo susceptibles de dispersarse para formar una nube de polvo.

Dependiendo de las circunstancias, no necesariamente todas las fuentes de escape producirán una atmósfera explosiva de polvo; pero, una fuente de escape pequeña o diluida continua en el tiempo puede llegar a producir una capa de polvo.

Se debe identificar cada fuente de escape y determinar su grado o grados de escape. Los tipos de grados de escape son los siguientes:

- **Fuente de escape continuo:** escape que existe continuamente o se espera que esté presente por largos periodos o por cortos periodos pero que ocurran frecuentemente;
- **Fuente de escape de grado primario:** escape que se espera que ocurra periódicamente u ocasionalmente durante el funcionamiento normal;
- **Fuente de escape de grado secundario:** escape que no se espera que ocurra en funcionamiento normal y si ocurre, es probable que sólo lo haga de forma poco frecuente y durante cortos periodos.

En la evaluación de las fuentes de escape, no se requiere tener en cuenta los defectos catastróficos.

10.2.1.2 Extensión de las zonas

La extensión de una zona por atmósferas explosivas de polvo se define como la distancia, en cualquier dirección desde el borde de una fuente de escape de polvo hasta el punto donde el riesgo asociado a esta zona se considera como inexistente.

Basándose en la probabilidad de formación de una atmósfera explosiva de polvo, las áreas se pueden designar según se muestra en la Tabla 5.

Presencia de polvo	Clasificación resultante en zonas de los emplazamientos de nubes de polvo
Escape de grado continuo	20
Escape de grado primario	21
Escape de grado secundario	22

Tabla 5. Designación de zonas en función de la presencia de polvo.

10.2.1.3 Capas de polvo

Es necesario identificar separadamente el interior y el exterior de un contenedor de polvo.

En el interior de un contenedor en el que se maneja o procesa polvo, no pueden evitarse las capas de espesor no controlado, ya que forman parte integrante del proceso. Mientras que, en el exterior de un contenedor debería controlarse el espesor de polvo

por tareas de mantenimiento y el nivel de limpieza debe estar en consonancia con la clasificación.

Emplazamiento, zona y modo de protección (ITC-BT-29)

a) Identificación de los emplazamientos

A todas las máquinas que utilicen el composite como materia prima y produzcan partículas en suspensión se les dispondrá de bocas de aspiración locales. Se tiene también aspiración en la zona de mesas de trabajo para máquinas portátiles, donde también se producen partículas en suspensión.

Cada conducto de aspiración se dirige a una conducción general que llevará hasta el silo situado en el exterior de la nave. La descarga del silo se realiza sobre sacos. El ventilador centrífugo del sistema de aspiración está instalado también en el exterior, junto al silo.

b) Identificación de las sustancias inflamables

La materia en suspensión producida a través del procesado del composite es material inflamable debido a la composición del mismo: epoxi, poliuretano, fibra de vidrio, fibra de carbono y acetona. La materia en suspensión pertenece al grupo de sustancias de Clase II, IIIA fibras.

c) Identificación de las fuentes de escape

Las máquinas que producen materia en suspensión y la zona de trabajo manual en la que se produce materia en suspensión son fuentes de escape.

Existe fibra en el interior de las tuberías de aspiración y en el silo, por tanto, se consideran también fuentes de escape.

d) Grados de escape

Fuentes de escape de grado continuo:

- El interior del silo.

Fuentes de escape de grado primario:

- Todas las máquinas que utilizan el composite como materia prima y producen partículas en suspensión; son las siguientes: máquina Recantado + Corte + Pintura, Prensa Preformas 1, Prensa Preformas 2, Línea Laminado 1, Línea Laminado 2, Cabina Lijado y Pintura, Filament Winding.
- El interior de las tuberías de aspiración.

Fuentes de escape de grado secundario:

- Los trabajos realizados en las mesas de trabajo manual con herramientas portátiles: mesa de corte, mesa de apilado monoleaf y mesa de apilado híbrida.
- La unión del saco de fibras en la descarga del silo.

e) Influencia de las capas de polvo**Origen de las capas de polvo:**

Fuentes primarias y secundarias.

Perturbaciones:

Frecuentes, ya que se trata de una zona de trabajo.

Retirada o limpieza:

Se establece un acuerdo con la dirección de la instalación sobre la naturaleza de limpieza del local. Se tendrá un nivel de limpieza bueno; por tanto, quedan capas de polvo de un espesor sin importancia o bien son inexistentes, cualquiera que sea el grado de las fuentes de escape. En este caso, se elimina el riesgo de que se originen nubes explosivas de polvo a partir de las capas y el riesgo de incendio debido a las capas.

f) Determinación del tipo de zona peligrosa

Las fuentes de escape de grado continuo originan zona 20, los escapes de grado primario zona 21 y los escapes de grado secundario zona 22.

g) Estimación de la extensión de la zona

Se tendrá en cuenta la posibilidad de que existan pequeñas acumulaciones de fibra alrededor de las máquinas. Por ese motivo, se tomará una distancia de 1 m alrededor de la fuente de escape y hasta el suelo o superficie sólida teniendo en cuenta cualquier perturbación que se pudiera causar sobre las capas de polvo existentes.

h) Clasificación del lugar peligroso

ZONA 20:

- El interior del silo.

ZONA 21:

- El interior de los conductos de aspiración y las máquinas con escape de grado primario.

ZONA 22:

- 1 m alrededor de las máquinas fijas con escape de grado primario, en todas las direcciones y hasta llegar hasta el suelo;
- la zona mesas de trabajo manual con máquinas portátiles que producen escapes de grado secundario y 1 m a su alrededor, en todas las direcciones y hasta llegar hasta el suelo;
- el interior del conducto de salida del silo, hasta su salida al exterior y 1m alrededor de dicha salida, en todas las direcciones y hasta llegar hasta el suelo.

En todo momento se supone una buena eficacia de la extracción y una buena limpieza, lo que evita la presencia de capas de polvo.

La determinación y extensión de las zonas clasificadas ATEX se contempla en el Plano nº04 del documento Planos.

10.3 Características de la instalación (clasificado por locales o zonas según particularidades)

10.3.1 Zonas con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT-29)

10.3.1.1 Equipos eléctricos (excluidos cables y conductos)

Los equipos eléctricos se seleccionarán de manera que la categoría de los mismos esté de acuerdo con los requisitos que les sean de aplicación, establecidos en la UNE-EN 60079-14. La categoría de los equipos y las zonas en las que pueden utilizarse se recogen en la Tabla 6.

Categoría del aparato	Nivel de protección	Zonas donde se puede utilizar (Clase II)
Categoría 1	Muy alto	20, 21 y 22
Categoría 2	Alto	21 y 22
Categoría 3	Normal	22

Tabla 6. Categoría de aparatos en función de su nivel de protección.

En el presente proyecto, los equipos eléctricos a elegir se ubican fuera de las zonas clasificadas como 20, 21 y 22; de modo que se consigue tanto una mayor seguridad como un ahorro económico en la elección del equipo.

10.3.1.2 Sistemas de cableado

Los sistemas de cableado deberán tener una tensión mínima de 450/ 750 V.

En el presente proyecto, todos los cables que alimentan a receptores situados en zonas clasificadas como emplazamientos de Clase II discurrirán por bandejas perforadas; puesto que la bandeja no realiza una protección mecánica sobre los cables, deberá instalarse cable armado.

Para garantizar la seguridad en caso de incendio, se emplean cables no propagadores del incendio, se les denomina (AS); son aquellos cables que no propagan el fuego a lo largo de la instalación, ya que se autoextinguen cuando la llama se les retira o apaga.

Por tanto, el cable empleado para alimentar a los receptores que se encuentran en zonas clasificadas será del tipo RZ1MZ1-K (AS); cable no propagador del incendio, de tensión asignada 0.6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado, cubierta interna a base de poliolefina, armadura de alambres de acero galvanizado, cubierta externa a base de poliolefina y conductor de cobre flexible clase 5.

Para cables unipolares la armadura es de aluminio en lugar de acero galvanizado; por tanto, se instalarán cables multipolares en las líneas que alimenten a receptores en zonas clasificadas como emplazamiento de Clase II, debido al menor coste de los mismos.

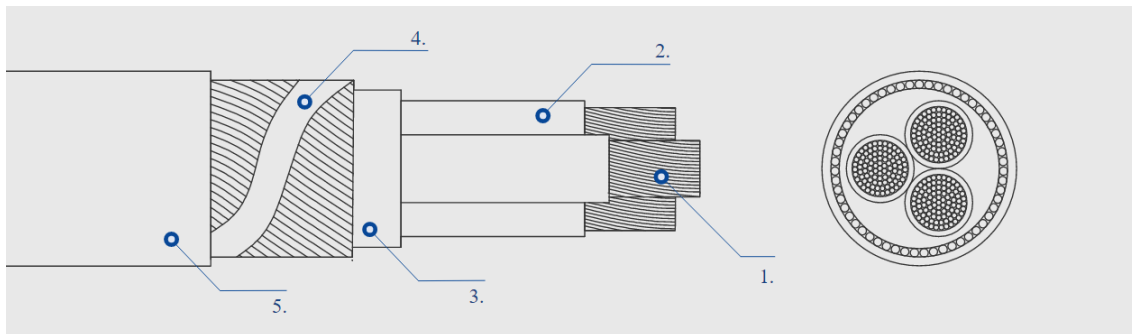


Imagen 1. Cable RZ1MZ1-K (AS)

Donde:

1. Conductor de cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según la UNE-EN 60228.
2. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).
3. Asiento de poliolefina ignífuga, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos de incendio.
4. Armadura de alambres de acero galvanizado.

5. Poliolefina ignifugada, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Cable no propagador del incendio.

En el esquema unifilar que se encuentra en el Plano nº08 del documento Planos se muestran con detalle las líneas en las que se utilizará este tipo de cable.

10.3.1.3 Canalizaciones fijas

El cableado de las instalaciones fijas se realizará por medio de bandejas portacables; puesto que la bandeja no representa una protección mecánica sobre los cables, deberá instalarse, como se ha indicado anteriormente, cable armado.

Las características mínimas de las bandejas que discurran en zonas clasificadas como emplazamientos de Clase II, se muestran en la Tabla 7.

Característica	Grado
Resistencia al impacto	5 Julios
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5° C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica / Aislante
Resistencia a la propagación de llama	No propagador
Resistencia a la corrosión	2

Tabla 7. Características mínimas de las bandejas en emplazamientos de Clase II.

Las bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada.

10.3.2 Zonas sin clasificar (ITC-BT-19)

10.3.2.1 Sistemas de cableado

Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V y los tubos cumplirán lo establecido en la ITC-BT-21.

Conductores aislados enterrados

Las condiciones para este tipo de canalizaciones, en las que los conductores deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0.6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

Conductores aislados bajo canales protectoras

En las canales protectoras de grado IPX4 o superior y clasificadas como canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas, según la norma UNE EN 50085-1, se podrá: utilizar conductor aislado de tensión mínima asignada 450/750 V; y, colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc. en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Conductores aislados en bandeja

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE-HD 60364-5-52.

Debido a que las bandejas no efectúan una función de protección, se recomienda la instalación de cables de tensión asignada 0.6/1 kV.

Por otro lado, los materiales aislantes plásticos que se van a utilizar son los siguientes:

- Policloruro de vinilo (PVC).
- Polietileno reticulado (XLPE).

El PVC resiste perfectamente la humedad, pudiendo instalarse bajo el agua. Sin embargo, la presencia de cloro en su composición da lugar, en caso de incendio, a la formación de ácido clorhídrico, el cual es tóxico y corrosivo. Por este motivo, es inadecuada su instalación en zonas con riesgo de incendio y explosión; y solo se utilizará como aislante en la zona de baños y oficinas.

La utilización del XLPE es adecuada para cualquier nivel de tensión y tiene una gran flexibilidad; se empleará como aislante en el cableado de las siguientes zonas:

Laboratorio de prototipos, Cabina lijado y pintura, Laboratorio de calidad y zona de producción.

Por tanto, para las líneas que alimentan a los cuadros secundarios y a los receptores que se encuentran en zonas no clasificadas se empleará el cable RV-K con tensión asignada 0.6/1 kV y aislamiento de XLPE; adecuado para uso industrial, no propagador de llama y con reducida emisión de halógenos.

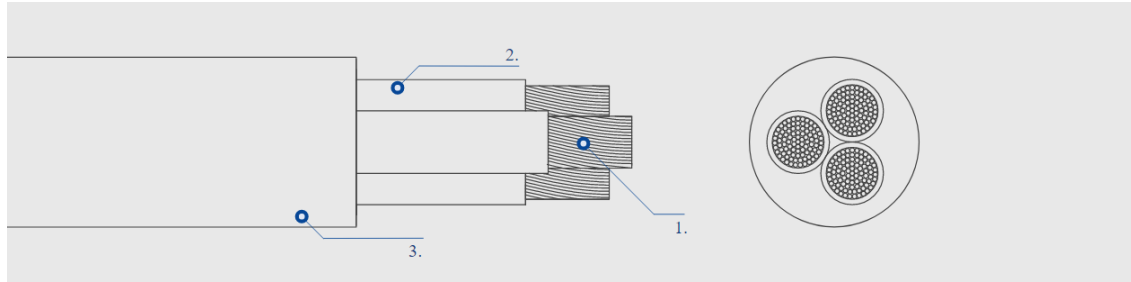


Imagen 2. Cable RV-K.

Donde:

1. Conductor. Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228.
2. Aislamiento. Polietileno reticulado (XLPE).
3. Cubierta. PVC flexible de color negro.

Mientras que, en las líneas que alimentan a oficinas y aseos se empleará el cable H07V-K; de tensión asignada 450/750 V y aislamiento de PVC.

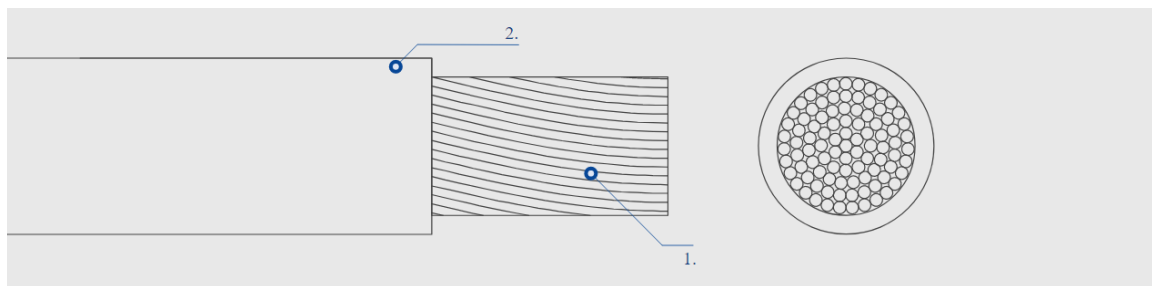


Imagen 3. Cable H07V-K.

Donde:

1. Conductor. Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.
2. Aislamiento. PVC flexible extradeslizante.

El cable utilizado para la derivación individual de la línea de enlace será del tipo RZ1-K (AS), de tensión asignada 0.6/1 kV y aislamiento de XLPE.

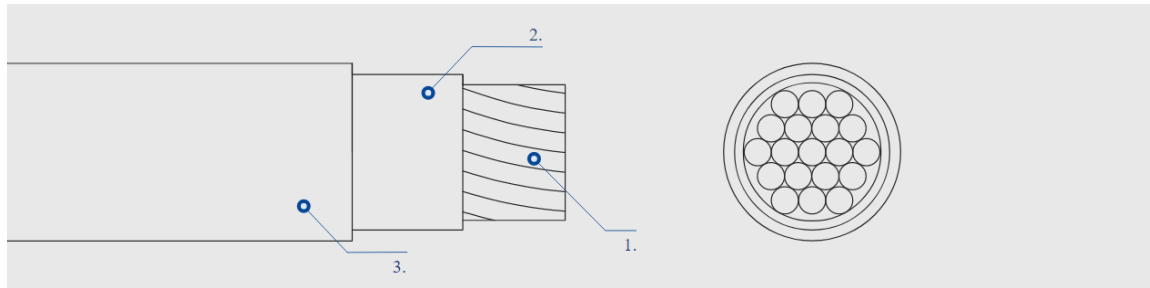


Imagen 4. RZ1-K (AS).

Donde:

1. Conductor. Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.
2. Aislamiento. Polietileno reticulado (XLPE).

El conductor neutro, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

10.3.2.2 Canalizaciones fijas

Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán emplearse tubos curvables.

Los tubos rígidos serán conformes a la norma UNE-EN 61386-2 y los tubos flexibles conforme a las UNE-EN 61386-23; además, deberán cumplir las características establecidas en la ITC-BT-21.

Tubos en canalizaciones enterradas

En las canalizaciones enterradas, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 61386-24 y la instalación se realizará según la ITC-BT-21. Se instalarán tubos de pared múltiple (interior lisa y exterior corrugada).

Canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Las canales utilizadas estarán certificadas por la UNE-EN 50085-1 y deberán cumplir lo establecido en la ITC-BT-21.

Bandejas

El cometido de las bandejas es el soporte y la conducción de los cables; las bandejas deberán cumplir lo establecido en la ITC-BT-20.

Se instalarán bandejas metálicas de acero, perforadas y con recubrimiento galvanizado en caliente, certificadas por la UNE-EN 61537. El recorrido principal de las bandejas se instalará a una altura que quede fuera de las zonas clasificadas como emplazamientos de Clase II; por tanto, cumplirán las características marcadas por la ITC-BT-20.

Las bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada.

10.3.2.3 Canalizaciones móviles

En el presente proyecto no se cuenta con la instalación de canalizaciones móviles.

10.3.2.4 Luminarias

Según ITC-BT-44, las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

10.3.2.5 Tomas de corriente

Las bases de tomas de corriente monofásicas utilizadas en la instalación serán del tipo C2a de la norma UNE 20315, de base bipolar con contacto lateral de tierra 16 A.

Las bases de tomas de corriente trifásicas utilizadas en la instalación cumplirán los requisitos generales de la UNE-EN 60309, de 32 A.

Los puntos donde se situarán las tomas de corriente se reflejan en el documento Planos en el Plano nº03.

10.3.2.6 Sistema de protección contra contactos indirectos

La medida principal de protección frente a contactos indirectos consiste en la detección de la corriente de defecto y la consecuente desconexión automática de la alimentación. La forma de aplicar esta medida depende del esquema de distribución elegido.

Según la ITC-BT-08, el esquema TT es el esquema utilizado obligatoriamente en la red de distribución pública de baja tensión en España. Las letras utilizadas en la denominación hacen referencia a:

1ª T: neutro de la alimentación conectado a tierra;

2ª T: masas de los aparatos receptores conectadas a tierra.

Por tanto, el esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro, conectado directamente a tierra; y las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

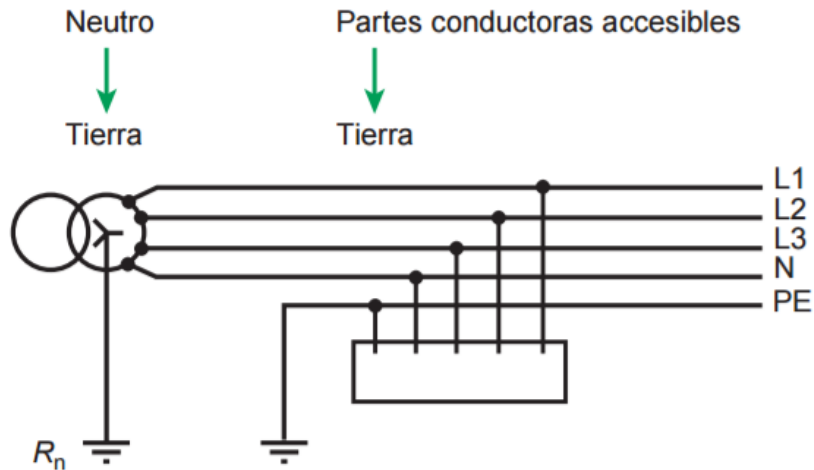


Imagen 5. Esquema de distribución TT

La función de protección de este esquema se basa en el interruptor diferencial; es un dispositivo que permite detectar la corriente de defecto que circula en el caso de avería debido a un fallo de aislamiento. Los diferenciales se escogen en función del tipo de instalación a proteger y de la posibilidad de que se produzcan contactos habituales entre personas y masas de la instalación.

Se instalará, como mínimo, un diferencial por cada circuito de la instalación.

Los circuitos interiores de las oficinas o líneas que vayan a alimentar tomas de corriente y luminarias estarán protegidos con diferenciales de alta sensibilidad, es decir, de 30 mA; en las líneas que alimentan a los receptores que forman parte del proceso de fabricación y prototipos que son de mayor longitud y las corrientes de fuga naturales puedan ser altas, se utilizarán diferenciales de baja sensibilidad, de 300 mA.

Se utilizarán diferenciales de Clase AC, puesto que son sencillos y permiten detectar las corrientes alternas senoidales puras.

Según la temporización en el disparo que se aplique al interruptor diferencial podemos encontrar dos tipos: instantáneos y con retardo en el disparo (tipo S). Para garantizar una correcta selectividad, el bloque diferencial general situado en el Cuadro general de baja tensión, que se trata de un Bloque Vigí para el interruptor automático NSX630 del fabricante Schneider, será de tipo S debido a que se encuentra en serie con más diferenciales situados aguas abajo; el resto de diferenciales serán instantáneos.

Además, se debe tener en cuenta que los interruptores diferenciales tienen que estar protegidos frente a sobrecorrientes. Por tanto, la intensidad nominal del diferencial será igual o superior a la del interruptor automático que esté colocado en serie con él en la línea.

Los diferenciales utilizados serán de la gama Acti 9 del fabricante Schneider, que se adaptan a las distintas características que se necesitan, de acuerdo también a la gama de los interruptores automáticos seleccionados para la presente instalación.

En el esquema unifilar que se muestra en el documento Planos en el Plano nº08 se pueden observar las características de los diferenciales utilizados en la instalación.

10.3.2.7 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo.

Protección contra sobrecargas

Según ITC-BT-22, el límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado; que podrá estar constituido por un interruptor automático de corte onnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas deben situarse en el punto donde se produce un cambio; tal como una variación de la sección, naturaleza o sistema de instalación, que produzca una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores.

Protección contra cortocircuitos

Según ITC-BT-22, en el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. No obstante, se admite que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección contra cortocircuitos deben situarse en el punto en el que se produce un cambio; tal como una variación de la sección, naturaleza o sistema de instalación, que produzca una reducción de la corriente admisible de los conductores, salvo cuando otro dispositivo situado aguas arriba posea una característica tal que proteja contra cortocircuitos aguas abajo del cambio.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados y los sistemas automáticos con sistema de corte onnipolar.

Se recomienda proteger todos los circuitos secundarios frente a los cortocircuitos, con el fin de garantizar la continuidad del servicio de aquellos circuitos no afectados por la falta. Esto exigirá la coordinación y selectividad de las protecciones.

En cuanto a la selectividad entre protecciones se debe tener en cuenta la coordinación de dispositivos de corte automático de tal forma que, al producirse un defecto en la red,

éste sea eliminado por el dispositivo de protección situado inmediatamente aguas arriba del defecto y solo por él.

Existen dos tipos de selectividad: total y parcial; la selectividad total implica que exista tanto selectividad amperimétrica como cronométrica.

Además, se tiene que tener en cuenta las curvas características de disparo de las protecciones a la hora de seleccionar el dispositivo, que representan el tiempo de disparo del dispositivo en función de la intensidad que circula.

Las curvas de disparo de los interruptores magnetotérmicos están normalizadas en la norma UNE 60898-1. Para el disparo magnético, la norma establece rangos de disparo magnético según tres tipos de curva, éstas se muestran en la Tabla 8.

Tipo de curva	Margen inferior	Margen superior
B	$3 \cdot I_n$	$5 \cdot I_n$
C	$5 \cdot I_n$	$10 \cdot I_n$
D	$10 \cdot I_n$	$14 \cdot I_n$

Tabla 8. Tipo de curva de disparo de los magnetotérmicos.

Los magnetotérmicos de curva C se emplearán para proteger los cuadros secundarios y las líneas que alimentan a consumos que suponen un valor moderado de corriente de arranque; se utilizarán magnetotérmicos con curva D para la protección de equipos con corrientes de arranque elevada.

Todas las protecciones contra sobreintensidades seleccionadas son del fabricante Schneider; la disposición de los interruptores automáticos se ha realizado de acuerdo con las tablas de selectividad que ofrece el fabricante, garantizando una correcta selectividad entre los dispositivos instalados en serie.

En el Cuadro general de baja tensión se instalará un interruptor general automático VigiCompact NSX630F con protección diferencial integrada.

En las líneas L1 y L4 se instalará un interruptor magnetotérmico de la gama NG125N en cada una.

Para proteger la línea L2 se utilizará un interruptor automático Compact NSX400F; y en la línea L3 un interruptor automático Compact NSX160B.

En todas las líneas que parten del Cuadro secundario 1, se utilizarán interruptores magnetotérmicos de la gama Acti 9 iC60H.

Para las líneas que parten del Cuadro secundario 2, se utilizarán interruptores magnetotérmicos de la gama Acti 9 iC60L del fabricante Schneider en las líneas L2.1, L2.2, L2.5, L2.6 y L2.11; interruptores magnetotérmicos de la gama C120H para las líneas L2.3, L2.4, L2.9 y L2.10.

En las líneas que parten del Cuadro secundario 3, se colocará un interruptor magnetotérmico de la gama C120N para la L3.1 y para el resto de líneas que parten de este cuadro se emplearán interruptores magnetotérmicos de la gama Acti 9 iC60N.

En el Cuadro secundario 4, que pertenece al sector de oficinas, se instalará un interruptor general de la gama NG125N. Para las líneas que parten de este cuadro, se instalarán interruptores automáticos de la gama Acti 9 iC60H.

En la línea L5, se instalará un interruptor magnetotérmico de la gama Acti 9 iC60H.

En la línea L6, la batería de condensadores que se va a instalar ya cuenta con un interruptor automático integrado.

El calibre, poder de corte y curvas de todos los aparatos de protección contra sobretensiones a utilizar se detallan en el esquema unifilar que se muestra en el documento Planos en el Plano nº08.

10.3.2.8 Protección contra armónicos, sobretensiones

Armónicos

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

No se instalará ningún sistema adicional de protección contra armónicos.

Sobretensiones

Las sobretensiones se originan fundamentalmente como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

Según ITC-BT-23, en la instalación que se proyecta se prevé una situación normal, con bajo riesgo de sobretensiones debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad.

Los equipos y materiales de la instalación deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada indicada en la Tabla 9.

Tensión nominal de la instalación		Tensión soportada a impulsos 1.2/50 (kV)			
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2.5	2.5

Tabla 9. Tensión soportada a impulsos de los equipos y materiales de la instalación.

Donde:

- Categoría I, se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a la instalación eléctrica fija.
- Categoría II, se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.

- Categoría III, se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad.
- Categoría IV, se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos y materiales de la instalación y no se instalará ninguna protección complementaria contra las sobretensiones transitorias.

11. Programa de necesidades

11.1 Potencia eléctrica prevista en alumbrado, fuerza motriz y otros usos

11.1.1 Receptores de alumbrado

Receptor	Potencia (kW)
Alumbrado Cuadro secundario 1	1.10
Alumbrado Cuadro secundario 2	1.60
Alumbrado Cuadro secundario 3	1.78
Alumbrado Cuadro secundario 4	0.51

Tabla 10. Potencia de receptores de alumbrado.

11.1.2 Receptores de fuerza motriz

Receptor	Potencia (kW)
Inspección automática ultrasónica	6.00
Recanteado + Corte + Pintura	25.00
Prensa 1	20.00
Prensa 2	20.00
Laminado 1	36.00
Laminado 2	36.00
Horno 1	9.00
Horno 2	9.00
Prensa + Inyectora 1	40.00
Prensa + Inyectora 2	40.00
Horno Binder 1	20.00
Horno Binder 2	20.00
Prensa	35.00
Máquina RTM	10.00
Robot cosido automático	3.00
Filament winding	5.00
Estufa	8.00
Cabina lijado y pintura	9.00
Climatización laboratorio	2.80
Aspiración	13.00

Tabla 11. Potencia de receptores de fuerza motriz.

11.1.3 Otros usos

Receptor	Potencia (kW)
TC Monofásica Cuadro secundario 1	9.00
TC Trifásica Cuadro secundario 3	6.00
TC Laboratorio Calidad	3.00
TC Zona Montaje	4.00
TC Oficinas (planta baja)	4.80
TC Oficinas (planta primera)	6.30
TC Aire acondicionado oficinas	3.60
TC Aseos	1.40

Tabla 12. Potencia de receptores de otros usos.

11.2 Potencia total prevista de la instalación

Uso	Potencia total instalada (kW)	Coeficiente simultaneidad	Potencia total prevista (kW)
Alumbrado	5.00	1.00	5.00
Fuerza motriz	366.80	0.90	366.80
Otros usos	38.10	0.70	26.67
Total	409.89	/	361.78

Tabla 13. Potencia total de la instalación.

Al ser conocida la actividad que se va a desarrollar en la nave y los receptores eléctricos a instalar, la potencia total prevista se decide a través de un estudio de simultaneidad a partir de la potencia instalada.

Para los receptores de alumbrado interior se aplica $C_s = 1.00$, ya que se tiene una alta probabilidad de que todas las luces puedan estar encendidas simultáneamente.

Para los receptores de fuerza se va a aplicar $C_s = 0.90$, debido a la posibilidad que en alguna de las zonas no se esté trabajando.

Las tomas de corriente se han instalado en aquellas zonas de trabajo que pueden resultar necesarias; sin embargo, no se prevé una utilización simultánea de todas ellas por lo que se aplica un $C_s = 0.70$.

Como resultado, se propone una potencia total para tener en cuenta en la acometida de 375.00 kW.

11.3 Niveles luminosos exigidos según dependencias y tipo de lámparas

En función del lugar de trabajo y la tarea a desarrollar, se establecen los niveles luminosos exigidos en cada zona según la UNE-EN 12464-1 que trata la iluminación de los lugares de trabajo en interiores.

Zona de fabricación

Zona	Tipo de interior, tarea y actividad	E_m (lux)	U_o (-)
Maquinaria	Instalaciones con intervención manual limitada	150	0.40
Almacén	Almacenes y cuarto de almacén	100	0.40
Pasillo	Áreas de circulación y pasillos	100	0.40

Tabla 14. Niveles luminosos exigidos Zona de fabricación.

Laboratorio de prototipos

Zona	Tipo de interior, tarea y actividad	E_m (lux)	U_o (-)
Trabajo manual	Puestos de trabajo constantemente protegidos	300	0.60
Estufa	Instalaciones con intervención manual limitada	150	0.40
Pasillo	Áreas de circulación y pasillos	100	0.40

Tabla 15. Niveles luminosos exigidos Laboratorio de prototipos.

Cabina de lijado y pintura

Zona	Tipo de interior, tarea y actividad	E_m (lux)	U_o (-)
Lijado y pintura	Pintura, cámara de pulverización, cámara de pulido	750	0.70

Tabla 16. Niveles luminosos exigidos Cabina de lijado y pintura.

Laboratorio calidad

Zona	Tipo de interior, tarea y actividad	E_m (lux)	U_o (-)
Laboratorio calidad	Salas de medición, laboratorios	500	0.60

Tabla 17. Niveles luminosos exigidos Laboratorio calidad.

Aseo y aseo minusválidos

Zona	Tipo de interior, tarea y actividad	E_m (lux)	U_o (-)
Baño	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	0.40

*Tabla 18. Niveles luminosos exigidos Aseo y Aseo minusválidos.*Oficinas PB, Calidad y Oficinas P1ª

Zona	Tipo de interior, tarea y actividad	E_m (lux)	U_o (-)
Oficina	Archivo, copias, etc.	300	0.40

Tabla 19. Niveles luminosos exigidos Oficinas PB, Calidad y Oficinas P1ª.

Para diseñar el sistema de iluminación es esencial que además de satisfacer los niveles luminosos exigidos, se tengan en cuenta otras necesidades cualitativas y cuantitativas.

Se pretende satisfacer tres necesidades humanas:

- Confort visual, que proporcione una sensación de bienestar de modo que beneficie el nivel de productividad y calidad de trabajo;
- rendimiento visual, que permita a los trabajadores realizar sus tareas visuales;
- seguridad en el lugar de trabajo.

Los parámetros principales que determinan el ambiente luminoso son: distribución de luminarias, iluminancia, direccionalidad de la luz, variabilidad de la luz, reproducción cromática, apariencia de color de la luz, deslumbramiento y parpadeo.

Además, el alumbrado debe diseñarse para cumplir los requisitos de una forma eficiente energéticamente, sin comprometer los aspectos visuales. Por tanto, se buscan luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta eficacia luminosa (lum/W).

Una vez definido el objetivo de niveles luminosos a lograr, se busca cual es la luminaria que mejor se adapta a las condiciones del local; las principales tecnologías que se utilizan para el alumbrado de interiores son:

- lámparas de descarga de vapor de mercurio en baja presión, conocidas como lámparas de bajo consumo;
- lámparas LED;
- lámparas de descarga de alta intensidad (HID) formadas principalmente por lámparas de sodio en alta presión, lámparas de halogenuros metálicos basadas en mercurio a alta presión y lámparas de inducción.

Según la norma UNE 60079-138, las lámparas de sodio de baja presión no deberían transportarse a través de un emplazamiento peligroso o instalarse por encima de uno, ya que hay riesgo de inflamación debido al sodio que se libera de una lámpara rota. Por tanto, por seguridad se descartan desde un inicio aquellas lámparas que contienen sodio.

Las lámparas de descarga de vapor de mercurio se descartan por sus bajos niveles de eficacia luminosa y por poseer un IRC muy bajo. Además, se prevé su cercana prohibición por el hecho de contener mercurio.

Las posibles opciones por discutir son las lámparas LED y las de halogenuros metálicos, en la Tabla 20 se muestran las principales características de cada una.

	Gama de potencias (W)	Vida útil (h)	Eficacia (lm/W)	Tª Color (K)	IRC (%)	Encendido y reencendido	Equipo auxiliar
Halogenuros metálicos	70- 3500	10000	75-105	3000-6000	80-90	E: 3-10 min	Sí (arrancador)
LEDs	1,5-50	50000	60-120	2500-8000	70-98	Instantáneo	Sí, incorporado en luminaria

Tabla 20. Características principales de las lámparas de Halogenuros metálicos y LEDs.

Se selecciona la bombilla LED por su menor consumo de potencia eléctrica, su encendido y reencendido instantáneo y su mayor vida útil, que a su vez permite un ahorro en sustitución de bombillas.

En la iluminación LED destaca una elevada eficiencia energética frente a las luces tradicionales, ya que emplea menos energía para producir el mismo flujo luminoso, lo que puede suponer un ahorro de energía considerable; además, como se ha dicho, poseen una larga vida útil, que beneficia no solo al consumidor sino al medio ambiente al generar menos residuos.

Por tanto, en toda la instalación que se proyecta, se utilizarán sistemas de iluminación LED; se seleccionarán en función de las características técnicas del producto y en función de los intereses a conseguir en cada zona a iluminar.

El modelo óptimo que elegir debe lograr la iluminancia requerida y una uniformidad adecuada con el menor número posible de luminarias, intentando conseguir así un mayor rendimiento económico.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos con los modelos seleccionados en cada zona a iluminar en el presente proyecto.

Zona de fabricación, Laboratorio de prototipos y Cabina de lijado y pintura

Para la zona de fabricación, laboratorio de prototipos y la zona de cabina de lijado y pintura se han tenido en cuenta varios modelos para iluminar zonas de gran altura; se ha optado por el modelo GentleSpace gen2, pero su mayor flujo luminoso hace que al tener que instalar menos puntos de luz, a su vez se pierda la uniformidad deseada en la zona.

La elección final para estas zonas es la luminaria CoreLine Campana, debido a que se trata de una luminaria eficiente con excelente calidad de luz, ligera, de fácil instalación y mantenimiento y adecuada para industrias.



Imagen 6. CoreLine Campana

Los resultados obtenidos de iluminancia mantenida y de uniformidad en la Zona de fabricación, que cumplen los requisitos exigidos, se muestran en la Tabla 21 y en la curva isolux de la Imagen 7 se puede observar el flujo luminoso que incide sobre la superficie de trabajo.

Superficie	E_m (lux)	$E_{mín}/ E_m = U_o$ (-)
Plano útil	174	0.443

Tabla 21. Niveles luminosos obtenidos Zona de fabricación.

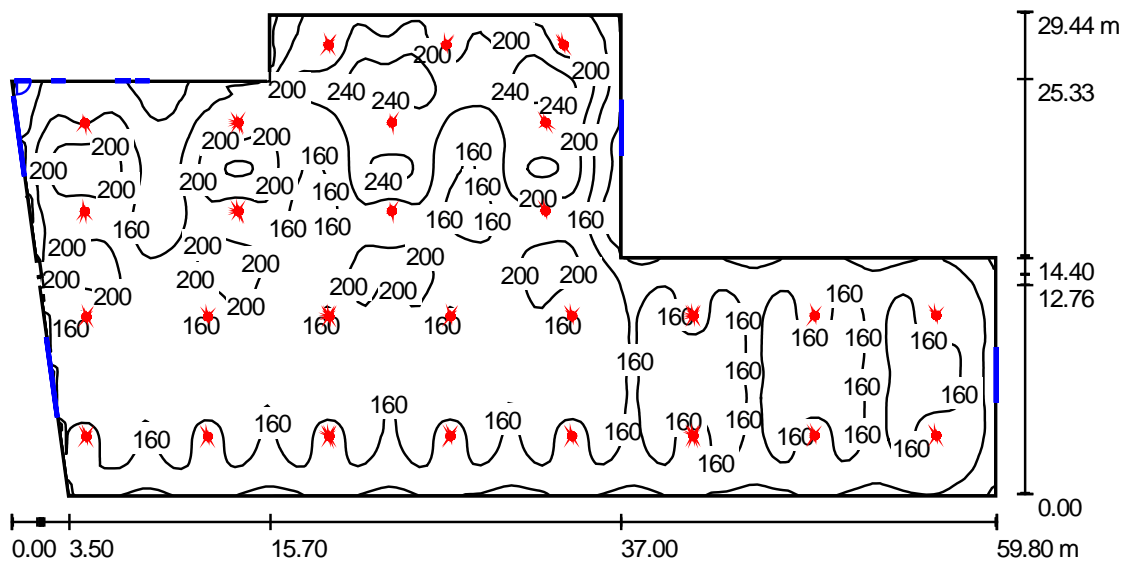


Imagen 7. Curvas isolux obtenidas Zona de fabricación.

Los resultados obtenidos de iluminancia mantenida y de uniformidad en el Laboratorio de prototipos, que cumple con los requisitos establecidos, se muestran en la Tabla 22 y en la curva isolux de la Imagen 8 se puede observar el flujo luminoso que incide sobre la superficie de trabajo.

Superficie	E_m (lux)	$E_{\min}/E_m = U_o$ (-)
Plano útil Superficie 1	315	0.737
Plano útil Superficie 2	212	0.757

Tabla 22. Niveles luminosos obtenidos Laboratorio de prototipos.

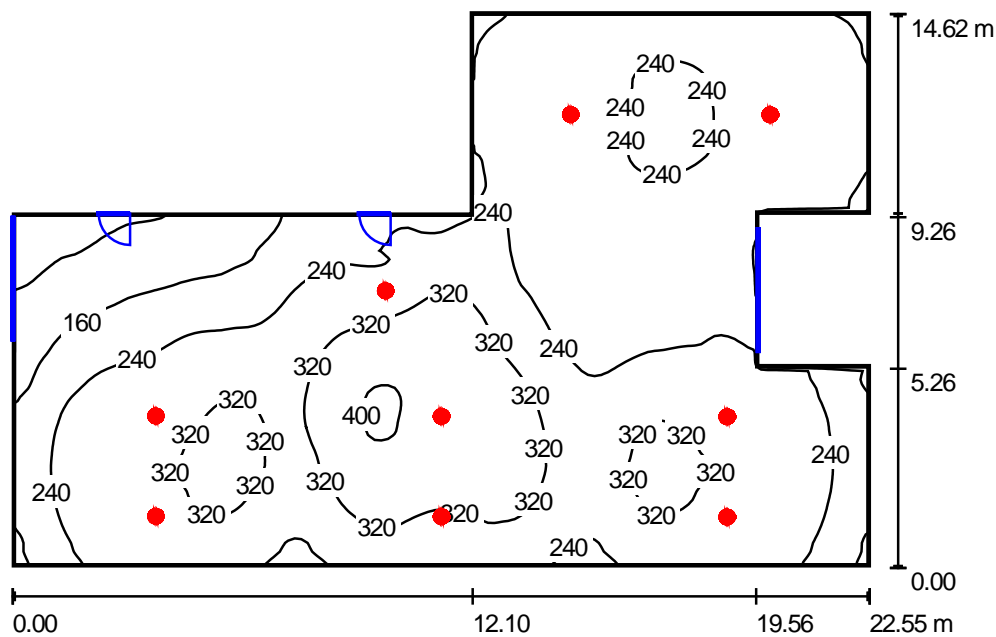


Imagen 8. Curvas isolux obtenidas Laboratorio de prototipos.

Los resultados obtenidos de iluminancia mantenida y de uniformidad en la Cabina de lijado y pintura se muestran en la Tabla 23 y en la curva isolux de la Imagen 9 se puede observar el flujo luminoso que incide sobre la superficie de trabajo.

Superficie	E_m (lux)	$E_{min}/E_m = U_o$ (-)
Plano útil	763	0.704

Tabla 23. Niveles luminosos obtenidos Cabina lijado y pintura.

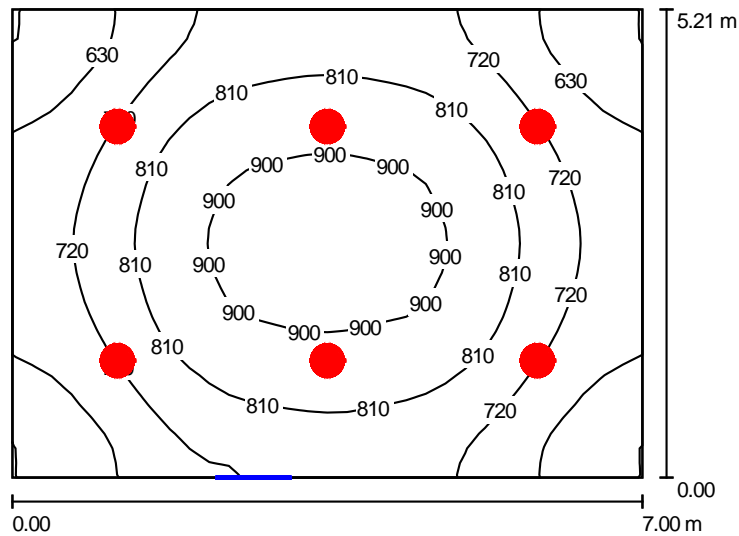


Imagen 9. Curvas isolux obtenidas Cabina lijado y pintura.

Laboratorio de calidad

Para iluminar el laboratorio se requiere una luminaria que permita un montaje suspendido dada la altura del local; se elige el modelo Maxos LED Performer ya que ofrece un bajo consumo de energía y ofrece unas condiciones de iluminación excelentes en entornos industriales debido a su sistema óptimo para dar forma precisa al haz de luz, de modo que se consigue una excelente uniformidad.



Imagen 10. Maxos LED Performer.

Los resultados obtenidos de iluminancia mantenida y de uniformidad en el Laboratorio de calidad, que cumplen con los requisitos exigidos, se muestran en la Tabla 24 y en la curva isolux de la Imagen 11 se puede observar el flujo luminoso que incide sobre la superficie de trabajo.

Superficie	E_m (lux)	$E_{mín}/ E_m = U_o$ (-)
Plano útil	515	0.656

Tabla 24. Niveles luminosos obtenidos Laboratorio de calidad.

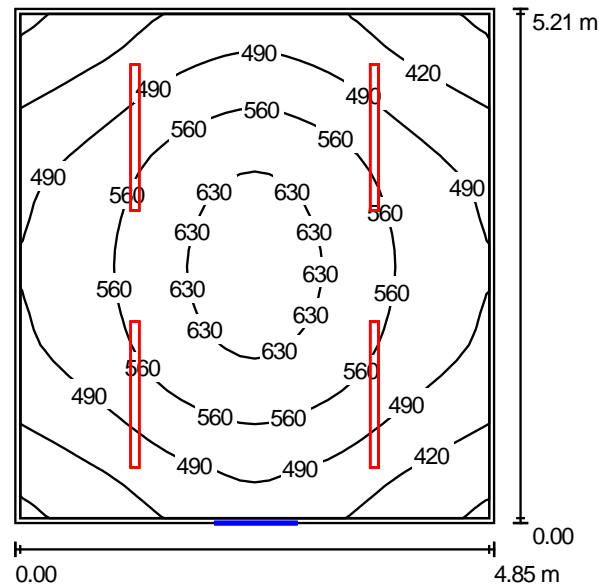


Imagen 11. Curvas isolux obtenidas Laboratorio de calidad.

Aseo minusválidos y Aseo

Para los aseos se ha empleado la luminaria CoreLine SlimDownlight; se trata de un modelo empotrable que mantiene una buena relación calidad precio y satisface las necesidades visuales de la zona.



Imagen 12. CoreLine SlimDownlight.

Los resultados obtenidos de iluminancia mantenida y de uniformidad en el Aseo minusválidos, que cumplen con los requisitos exigidos, se muestran en la Tabla 25 y en la curva isolux de la Imagen 13 se puede observar el flujo luminoso que incide sobre la superficie de trabajo.

Superficie	E_m (lux)	$E_{mín}/ E_m = U_o$ (-)
Plano útil	251	0.478

Tabla 25. Niveles luminosos obtenidos Aseo minusválidos.

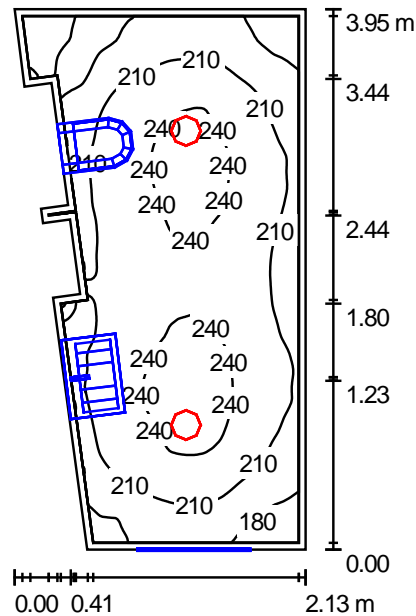


Imagen 13. Curvas isolux obtenidas Aseo minusválidos.

Los resultados obtenidos de iluminancia mantenida y de uniformidad en el Aseo, que cumplen con los requisitos exigidos, se muestran en la Tabla 26 y en la curva isolux de la Imagen 14 se puede observar el flujo luminoso que incide sobre la superficie de trabajo.

Superficie	E_m (lux)	$E_{mín}/ E_m = U_o$ (-)
Plano útil	217	0.671

Tabla 26. Niveles luminosos obtenidos Aseo.

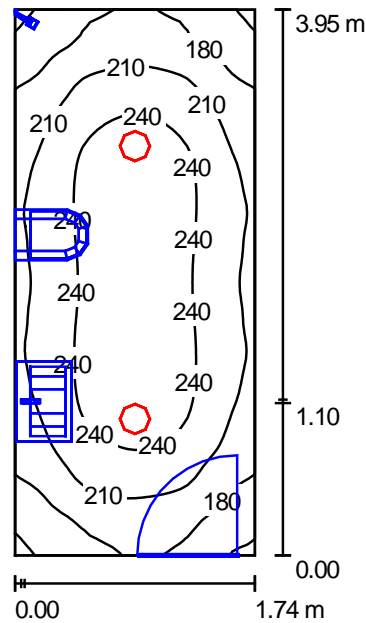


Imagen 14. Curvas isolux obtenidas Aseo.

Oficinas PB, Calidad y Oficinas P1ª

Para toda la zona de oficinas y calidad, se han probado las luminarias TrueLine empotradas, pero dada la geometría de los locales se obtiene mejor solución con el modelo seleccionado; pues con menos puntos de luz, ofrece el nivel de flujo luminoso requerido y una mayor uniformidad.

En las oficinas se decide instalar las luminarias PowerBalance adosables o suspendidas de diferentes iluminancias; es la luminaria LED del fabricante Philips de menor consumo energético y que cumple con las normativas para uso en oficinas.



Imagen 15. PowerBalance adosable o suspendida.

Los resultados obtenidos de iluminancia mantenida y de uniformidad en las Oficinas PB, que cumplen con los requisitos exigidos, se muestran en la Tabla 16 y en la curva isolux de la Imagen 16 se puede observar el flujo luminoso que incide sobre la superficie de trabajo.

Superficie	Em (lux)	E _{mín} / E _m
Plano útil	303	0.408

Tabla 27. Niveles luminosos obtenidos Oficinas PB.

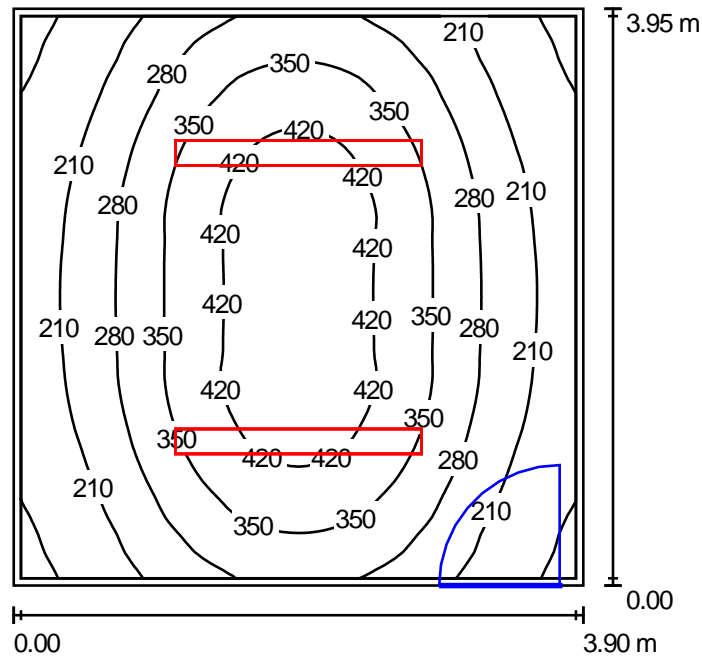


Imagen 16. Curvas isolux obtenidas Oficinas PB.

Los resultados obtenidos de iluminancia mantenida y de uniformidad en Calidad, que cumplen con los requisitos exigidos, se muestran en la Tabla 28 y en la curva isolux de la Imagen 17 se puede observar el flujo luminoso que incide sobre la superficie de trabajo.

Superficie	E _m (lux)	E _{mín} / E _m = U _o (-)
Plano útil	312	0.456

Tabla 28. Niveles luminosos obtenidos Calidad.

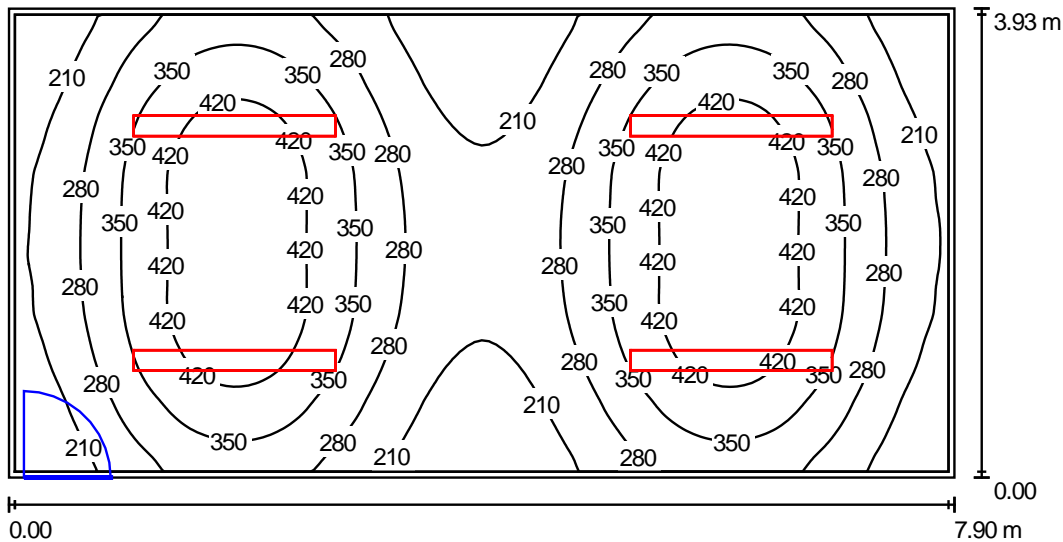


Imagen 17. Curvas isolux obtenidas Calidad.

Los resultados obtenidos de iluminancia mantenida y de uniformidad en las Oficina P1ª, que cumplen con los requisitos exigidos, se muestran en la Tabla 29 y en la curva isolux de la Imagen 18 se puede observar el flujo luminoso que incide sobre la superficie de trabajo.

Superficie	E_m (lux)	$E_{min}/ E_m = U_o$ (-)
Plano útil	319	0.430

Tabla 29. Niveles luminosos obtenidos Oficina P1ª.

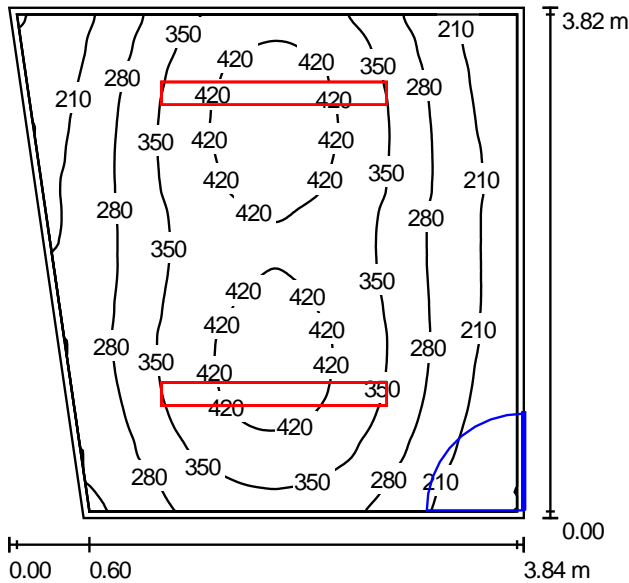


Imagen 18. Curvas isolux obtenidas Oficina P1ª.

Los resultados obtenidos de iluminancia mantenida y de uniformidad en las Oficinas P1ª, que cumplen con los requisitos exigidos, se muestran en la Tabla 30 y en la curva isolux de la Imagen 19 se puede observar el flujo luminoso que incide sobre la superficie de trabajo.

Superficie	E_m (lux)	$E_{mín}/ E_m = U_o$ (-)
Plano útil	328	0.435

Tabla 30. Niveles luminosos obtenidos Oficinas P1ª.

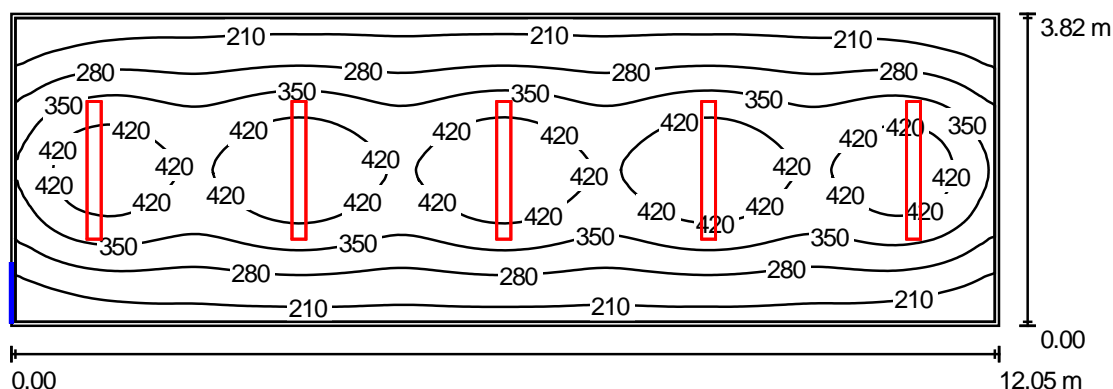


Imagen 19. Curvas isolux obtenidas Oficinas P1ª.

En conclusión, todas las luminarias han sido elegidas de forma que cumplen los niveles de iluminación requeridos, manteniendo una elevada eficiencia energética y un sistema de montaje y mantenimiento cómodo.

Los datos técnicos y altura de colocación de las luminarias se muestran en el Anexo I del documento Anexos.

12. Descripción de la instalación

12.1 Instalaciones de enlace

La instalación de enlace es aquella que une la caja general de protección (CGP), incluida ésta, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

12.1.1 Centro de transformación

El centro de transformación pertenece a la compañía Iberdrola y tiene una potencia de 630 kVA.

12.1.2 Caja general de protección

La acometida que realice la empresa suministradora de energía eléctrica, en nuestro caso Iberdrola, conecta con la instalación objeto del proyecto en la caja general de protección.

Como la acometida es subterránea, la caja general de protección se instalará en un nicho en la pared de la fachada exterior de la nave, en un lugar de libre acceso. Su ubicación se puede observar en el Plano nº06 del documento Planos.

La caja general de protección a utilizar corresponderá a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración pública competente, en función del número y naturaleza del suministro.

La caja general de protección que se tiene en el presente proyecto corresponde con el Esquema 11, en la que se colocarán 6 fusibles de 315 A.

En las cajas generales de protección habitualmente se instalan fusibles de clase gG de cuchillas (NH), por tanto, éste será el tipo seleccionado.

12.1.3 Equipo de medida

Para la potencia prevista de la instalación se tendrá una Tarifa 3.1 contratada; al tratarse de una tarifa de alta tensión, el equipo de medida, en este caso un maxímetro, se encuentra en el centro de transformación y pertenece a la compañía suministradora de energía Iberdrola.

12.2 Instalaciones receptoras fuerza y/o alumbrado

12.2.1 Cuadro general y su composición

El cuadro general de baja tensión (CGBT) se situará lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local; además, se instalará cerca de una puerta de entrada al local. Su ubicación se puede observar en el Plano nº03 del documento Planos.

En el cuadro general de distribución se dispondrán dispositivos de mando y protección contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos indirectos para cada una de las líneas que parten de él. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa que indique al circuito que pertenecen.

Línea	Receptor	Protección contra sobrecorrientes	Protección diferencial
DI	Embarrado General CGBT	IA 630 A (4 polos) PdC 25 kA	Bloque diferencial conjunto al IA
L1	Cuadro secundario 1	IA 100 A (4 polos) PdC 20 kA	-
L2	Cuadro secundario 2	IA 400 A (4 polos) PdC 20kA	-
L3	Cuadro secundario 3	IA 160 A (4 polos) PdC 20 kA	-
L4	Cuadro secundario 4	IA 80 A (2 polos) PdC 20 kA	-
L5	Aspiración	IA 32 A (3 polos) PdC 20 kA	-
L6	Batería de condensadores	Integrada	-

Tabla 31. Composición Cuadro general.

12.2.2 Líneas de distribución y su canalización

Del Cuadro general partirán las líneas que alimentan a los cuadros secundarios, éstas son: L1, L2, L3 y L4; además de la L5 y L6 que alimentan directamente a receptores.

Todas las líneas que parten del cuadro general irán instaladas en bandeja perforada.

Línea	Receptor	L (m)	Tipo cable	Modo de instalación	Sección de los conductores
L1	Cuadro secundario 1	15	Unipolar RV-K	Bandeja de cables perforada (F)	3F x 25 mm ² + N x 25 mm ² + TT x 16 mm ²
L2	Cuadro secundario 2	20	Unipolar RV-K	Bandeja de cables perforada (F)	3F x 240 mm ² + N x 120 mm ² + TT x 120 mm ²
L3	Cuadro secundario 3	75	Unipolar RV-K	Bandeja de cables perforada (F)	3F x 70 mm ² + N x 70 mm ² + TT x 35 mm ²
L4	Cuadro secundario 4	10	Unipolar RV-K	Bandeja de cables perforada (F)	F x 16 mm ² + N x 16 mm ² + TT x 16 mm ²
L5	Aspiración	15	Multipolar RZ1MZ1-K (AS)	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 6 mm ² + TT x 6 mm ²
L6	Batería de condensadores	10	Multipolar RV-K	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 70 mm ² + N x 70 mm ² + TT x 35 mm ²

Tabla 32. Líneas de distribución y su canalización.

El recorrido que efectúa cada una de las líneas se refleja en el documento Planos en el Plano nº03.

12.2.3 Cuadros secundarios y su composición

La instalación interior de un local industrial se suele estructurar en un sistema de cuadros secundarios alimentados desde el cuadro general. Los criterios que se han utilizado para valorar la instalación de cuadros secundarios son los siguientes:

- Ubicación física de los receptores. En locales de grandes dimensiones, se reduce la caída de tensión de los circuitos situando cuadros secundarios en las proximidades de los receptores, ya que se reduce la longitud de los conductores.
- Tipos de receptores. Algunos receptores provocan ciertas perturbaciones en la tensión del embarrado al cuadro que se conectan, ya sea en forma de efectos transitorios o de distorsión de la forma de la onda. Estos receptores no deben coincidir en el mismo cuadro con otros que presenten una elevada sensibilidad a estas perturbaciones, ya que esto afectaría al buen funcionamiento de los últimos.
- Facilidad de maniobra o mantenimiento. La ubicación de los cuadros secundarios cerca de los receptores facilita la desconexión eléctrica por motivos de seguridad como, por ejemplo, en caso de accidente, por razones de mantenimiento. De este modo también se facilitan las verificaciones y los ensayos.

En la instalación que se proyecta y siguiendo los criterios mencionados, se decide instalar cuatro cuadros secundarios cuya situación se puede observar en el documento Planos en el Plano nº03. Todos los cuadros secundarios se encuentran en zonas accesibles y cerca de puertas de entrada a la nave.

En referencia al primer criterio nombrado, se decide instalar un cuadro secundario en la zona de Laboratorio de prototipos, con el fin de tener el cuadro secundario próximo a los receptores de dicha zona.

Atendiendo al criterio referente a los tipos de receptores, se decide instalar un cuadro independiente para la zona de oficinas puesto que se tendrá instalado material informático más sensible y es recomendable separarlo del resto.

Por último, se decide dividir la zona de fabricación en dos cuadros secundarios; esto se debe principalmente a la existencia de maquinaria situada en zonas clasificadas como emplazamientos de Clase II, donde las líneas que alimentan a los receptores situados en las mismas requieren la instalación de cable armado, por tanto, instalando el cuadro cerca de dichas zonas, pero manteniéndose fuera de ellas por motivos económicos y de seguridad, se reduce la longitud de cable armado a emplear.

En conclusión, se ha hecho una distribución de cuadros secundarios con el fin de evitar interrupciones innecesarias de todo el circuito en caso de tener un período donde solo se trabaje en una de las zonas de la nave, además de para limitar las consecuencias en caso de un fallo. Se han ubicado los cuadros en zonas con buen acceso, próximos a los receptores a alimentar, además de encontrarse fuera de zonas clasificadas como 20, 21 o 22, evitando así posibles peligros y disminuyendo el coste del equipo a emplear.

Cuadro secundario 1

Línea	Receptor	Protección contra sobreintensidades	Protección diferencial
L1.1	Inspección	IA 16 A (3 polos); PdC 10 kA	ID 20 A (3 polos); 300 mA
L1.2	Recantado + Corte + Pintura	IA 63 A (3 polos); PdC 10 kA	ID 63 A (3 polos); 300 mA
L1.3	Tc Monofásica Cuadro secundario 1	IA 40 A (2 polos); PdC 10 kA	ID 50 A (2 polos); 30 mA
L1.4	Alumbrado Cuadro secundario 1	IA 10 A (2 polos); PdC 10 kA	ID 16 A (2 polos); 30 mA

Tabla 33. Composición Cuadro secundario 1.

Cuadro secundario 2

Línea	Receptor	Protección contra sobreintensidades	Protección diferencial
L2.1	Prensa 1	IA 50 A (3 polos); PdC 15 kA	ID 63 A (3 polos); 300 mA
L2.2	Prensa 2	IA 50 A (3 polos); PdC 15 kA	ID 63 A (3 polos); 300 mA
L2.3	Laminado 1	IA 80 A (3 polos); PdC 15 kA	ID 100 A (3 polos); 300 mA
L2.4	Laminado 2	IA 80 A (3 polos); PdC 15 kA	ID 100 A (3 polos); 300 mA
L2.5	Horno 1	IA 16 A (4 polos); PdC 15 kA	ID 20 A (3 polos); 300 mA
L2.6	Horno 2	IA 16 A (4 polos); PdC 15 kA	ID 20 A (4 polos); 300 mA
L2.7	Prensa + Inyectora 1	IA 100 A (3 polos); PdC 15 kA	ID 125 A (3 polos); 300 mA
L2.8	Prensa + Inyectora 2	IA 100 A (3 polos); PdC 15 kA	ID 125 A (3 polos); 300 mA
L2.9	Horno Binder 1	IA 40 A (4 polos); PdC 15 kA	ID 50 A (4 polos); 300 mA
L2.10	Horno Binder 1	IA 40 A (4 polos); PdC 15 kA	ID 50 A (4 polos); 300 mA
L2.11	Alumbrado Cuadro secundario 2	IA 10 A (2 polos); PdC 15 kA	ID 16 A (2 polos); 30 mA

Tabla 34. Composición Cuadro secundario 2.

Cuadro secundario 3

Línea	Receptor	Protección contra sobrecargas	Protección diferencial
L3.1	Prensa	IA 80 A (3 polos); PdC 6 kA	ID 100 A (3 polos); 300 mA
L3.2	Máquina RTM	IA 25 A (3 polos); PdC 6 kA	ID 32 A (3 polos); 300 mA
L3.3	Robot cosido	IA 10 A (3 polos); PdC 6 kA	ID 16 A (3 polos); 300 mA
L3.4	TC Trifásica Cuadro secundario 3	IA 32 A (4 polos); PdC 6 kA	ID 40 A (4 polos); 30 mA
L3.5	Filament Winding	IA 16 A (3 polos); PdC 6 kA	ID 20 A (3 polos); 300 mA
L3.6	Estufa	IA 16 A (4 polos); PdC 6 kA	ID 20 A (4 polos); 300 mA
L3.7	TC Laboratorio Calidad	IA 16 A (2 polos); PdC 6 kA	ID 20 A (2 polos); 30 mA
L3.8	Climatización laboratorio	IA 10 A (3 polos); PdC 6 kA	ID 16 A (3 polos); 300 mA
L3.9	Cabina Lijado y Pintura	IA 20 A (3 polos); PdC 6 kA	ID 25 A (3 polos); 300 mA
L3.10	TC Zona Montaje	IA 20 A (2 polos); PdC 6 kA	ID 25 A (2 polos); 30 mA
L3.11	Alumbrado Cuadro secundario 3	IA 10 A (2 polos); PdC 6 kA	ID 16 A (2 polos); 30 mA

Tabla 35. Composición Cuadro secundario 3.

Cuadro secundario 4

Línea	Receptor	Protección contra sobrecargas	Protección diferencial
L4	Cuadro secundario 4	IA 50 A (2 polos); PdC 20 kA	ID 63 A (2 polos); 30 mA
L4.1	TC Oficinas Planta Baja	IA 25 A (2 polos); PdC 10 kA	-
L4.2	TC Oficinas Primera planta	IA 32 A (2 polos); PdC 10 kA	-
L4.3	TC Aseos	IA 10 A (2 polos); PdC 10 kA	-
L4.4	TC Aire acondicionado	IA 20 A (2 polos); PdC 10 kA	-
L4.5	Alumbrado Cuadro secundario 4	IA 10 A (2 polos); PdC 10 kA	-

Tabla 36. Composición Cuadro secundario 4.

12.2.4 Líneas secundarias de distribución y sus canalizaciones

Para la elección del sistema de instalación de cada línea, se han tenido en cuenta los siguientes factores: facilidad de construcción, estética y coste económico.

Se ha elegido el modo de instalación sobre bandejas de cables perforadas para alimentar los receptores de la zona de producción, de la zona de prototipos, de la cabina de lijado y del laboratorio de calidad, por ser una solución de fácil instalación, que disminuye el calentamiento de los cables, además de ofrecer un menor coste que otros modos posibles.

En la zona de fabricación se ha decidido alimentar a los receptores situados en zonas alejadas de las paredes mediante una canalización ventilada de recorrido horizontal que discurre por el centro de la nave.

La zona de oficinas se alimentará mediante una instalación superficial bajo tubo, ya que ofrece una solución estética a instalar en la zona.

Cuadro secundario 1

Línea	Receptor	L (m)	Tipo cable	Modo de instalación	Sección de los conductores
L1.1	Inspección	30	Multipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 2.5 mm ² + TT x 2.5 mm ²
L1.2	Recanteado	30	Multipolar; RZ1MZ1-K (AS)	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 25 mm ² + TT x 16 mm ²
L1.3	Tc Monofásica Cuadro secundario 1	20	Unipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (F)	F x 10 mm ² + N x 10 mm ² + TT x 10 mm ²
L1.4	Alumbrado Cuadro secundario 1	55	Unipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (F)	F x 6 mm ² + N x 6 mm ² + TT x 6 mm ²

Tabla 37. Líneas secundarias y canalizaciones del Cuadro secundario 1.

Cuadro secundario 2

Línea	Receptor	L (m)	Tipo cable	Modo de instalación	Sección de los conductores
L2.1	Prensa 1	10	Multipolar; RZ1MZ1-K (AS)	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 16 mm ² + TT x 16 mm ²
L2.2	Prensa 2	15	Multipolar; RZ1MZ1-K (AS)	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 16 mm ² + TT x 16 mm ²
L2.3	Laminado 1	35	Multipolar; RZ1MZ1-K (AS)	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 35 mm ² + TT x 16 mm ²
L2.4	Laminado 2	50	Multipolar; RZ1MZ1-K (AS)	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 35 mm ² + TT x 16 mm ²
L2.5	Horno 1	10	Multipolar; RV-K	Canalización ventilada (B1)	3F x 2.5 mm ² + N x 2.5 mm ² + TT x 2.5 mm ²
L2.6	Horno 2	20	Multipolar; RV-K	Canalización ventilada (B1)	3F x 2.5 mm ² + N x 2.5 mm ² + TT x 2.5 mm ²
L2.7	Prensa + Inyectora 1	30	Multipolar; RV-K	Canalización ventilada (B1)	3F x 50 mm ² + TT x 25 mm ²
L2.8	Prensa + Inyectora 2	35	Multipolar; RV-K	Canalización ventilada (B1)	3F x 50 mm ² + TT x 25 mm ²
L2.9	Horno Binder 1	40	Multipolar; RV-K	Canalización ventilada (B1)	3F x 16 mm ² + N x 16 mm ² + TT x 16 mm ²
L2.10	Horno Binder 2	50	Multipolar; RV-K	Canalización ventilada (B1)	3F x 16 mm ² + N x 16 mm ² + TT x 16 mm ²
L2.11	Alumbrado Cuadro secundario 2	60	Unipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (F)	F x 10 mm ² + N x 10 mm ² + TT x 10 mm ²

Tabla 38. Líneas secundarias y canalizaciones del Cuadro secundario 2.

Cuadro secundario 3

Línea	Receptor	L (m)	Tipo cable	Modo de instalación	Sección de los conductores
L3.1	Prensa	20	Multipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 25 mm ² + TT x 25 mm ²
L3.2	Máquina RTM	20	Multipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 4 mm ² + TT x 4 mm ²
L3.3	Robot cosido	25	Multipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 2.5 mm ² + TT x 2.5 mm ²
L3.4	TC Trifásica Cuadro secundario 3	30	Multipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (E)	F x 10 mm ² + N x 10 mm ² + TT x 10 mm ²
L3.5	Filament Winding	40	Multipolar; RZ1MZ1-K (AS)	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 2.5 mm ² + TT x 2.5 mm ²
L3.6	Estufa	15	Multipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (F)	3F x 2.5 mm ² + N x 2.5 mm ² + TT x 2.5 mm ²
L3.7	TC Laboratorio Calidad	30	Unipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (E)	F x 6 mm ² + N x 6 mm ² + TT x 6 mm ²
L3.8	Climatización laboratorio	30	Multipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 4 mm ² + TT x 4 mm ²
L3.9	Cabina Lijado y Pintura	50	Multipolar; RZ1MZ1-K (AS)	Bandeja de cables perforada (E)	3F x 4 mm ² + TT x 4 mm ²
L3.10	TC Zona Montaje	40	Unipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (F)	F x 10 mm ² + N x 10 mm ² + TT x 10 mm ²
L3.11	Alumbrado Cuadro secundario 3	60	Unipolar; RV-K	Bandeja de cables perforada (F)	F x 10 mm ² + N x 10 mm ² + TT x 10 mm ²

Tabla 39. Líneas secundarias y canalizaciones del Cuadro secundario 3.

Cuadro secundario 4

Línea	Receptor	L (m)	Tipo cable	Modo de instalación	Sección de los conductores
L4.1	TC Oficinas Planta Baja	30	Unipolar; H07V-K	Tubo sobre pared (B1)	$F \times 6 \text{ mm}^2 + N \times 6 \text{ mm}^2 + TT \times 6 \text{ mm}^2$
L4.2	TC Oficinas Primera planta	35	Unipolar; H07V-K	Tubo sobre pared (B1)	$F \times 10 \text{ mm}^2 + N \times 10 \text{ mm}^2 + TT \times 10 \text{ mm}^2$
L4.3	TC Aseos	10	Unipolar; H07V-K	Tubo sobre pared (B1)	$F \times 2.5 \text{ mm}^2 + N \times 2.5 \text{ mm}^2 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2$
L4.4	TC Aire acondicionado	35	Unipolar; H07V-K	Tubo sobre pared (B1)	$F \times 6 \text{ mm}^2 + N \times 6 \text{ mm}^2 + TT \times 6 \text{ mm}^2$
L4.5	Alumbrado Cuadro secundario 4	50	Unipolar; H07V-K	Tubo sobre pared (B1)	$F \times 2.5 \text{ mm}^2 + N \times 2.5 \text{ mm}^2 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2$

Tabla 40. Líneas secundarias y canalizaciones del Cuadro secundario 4.

12.3 Puesta a tierra

Según ITC-BT-18, la puesta o conexión a tierra es la unión directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. Su objetivo es conseguir que en el conjunto de instalaciones del edificio y superficie próxima no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

En la rehabilitación de edificios existentes, como es el caso de la instalación que se proyecta, la toma de tierra se podrá realizar situando en patios de luces o jardines del edificio, uno o varios electrodos de características adecuadas. La ubicación de la puesta a tierra se puede observar en el documento Planos en el Plano nº03.

Los elementos que forman la puesta a tierra son: tomas de tierra, conductores de tierra, bornes de puesta a tierra y conductores de protección.

12.3.1 Toma de tierra

Son aquellos elementos en contacto con el terreno, responsables de disipar por el mismo las corrientes de defecto para limitar las tensiones en las masas de la instalación cuando se produzca un defecto de aislamiento.

Para la instalación que se proyecta, como toma de tierra se utilizarán dos electrodos de tipo pica vertical conectadas en paralelo; las picas utilizadas serán de cobre de un tamaño de 15 mm de diámetro. Las picas estarán enterradas a una profundidad de 0.8 m y separadas una distancia de 6 metros entre ellas. Se puede observar con detalle en el documento Planos en el Plano nº07.



Imagen 20. Toma de tierra con dos picas de acero.

12.3.2 Conductor de tierra

El conductor de tierra es la parte que une el electrodo, o conjunto de ellos, con el borne de puesta a tierra. Se empleará un conductor de cobre de 35 mm².

12.3.3 Borne principal de puesta a tierra

Se instalará un borne principal de puesta a tierra, al cual se conectan como entrada, los conductores de protección, los de unión equipotencial principal y los de puesta a tierra funcional, si son necesarios; y como salida, la línea de enlace con los electrodos. Ha de ser posible abrir esta línea mediante un puente seccionador, constituido por un sistema de apriete de conexión y desconexión fácil, que se dispondrá en un lugar accesible. En la instalación del presente proyecto los bornes de puesta a tierra y puentes seccionadores serán colocados en el punto de ubicación de la CGP.

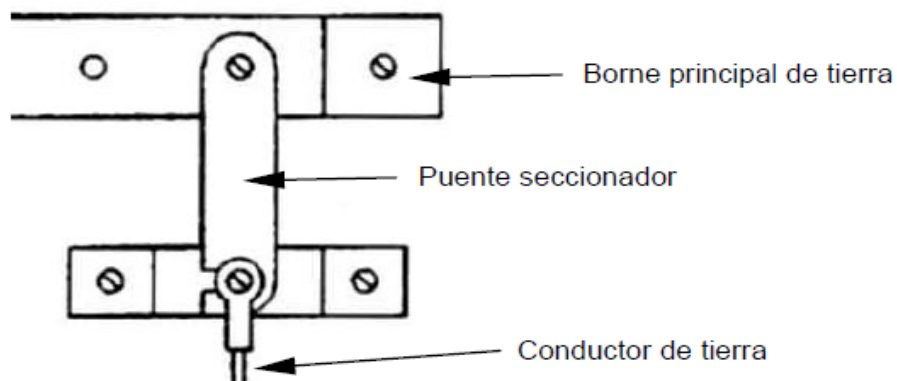


Imagen 21. Esquema de conexión al puente seccionador.

12.3.4 Conductores de protección

Los conductores de protección son los encargados de unir eléctricamente las masas de la instalación con el conductor de tierra.

La sección de los conductores de protección de cada línea se refleja en esquema unifilar del Documento Planos en el Plano nº07.

Por tanto, teniendo en cuenta el sistema de puesta a tierra elegido, se obtiene una resistencia de puesta a tierra de las masas de baja tensión de un valor adecuado de $37,5 \Omega$.

12.4 Equipos de compensación de energía reactiva

Según ITC-BT-43, las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 1, podrán ser compensadas, pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia se va a realizar para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación de potencia no sea mayor de un $\pm 10\%$ del valor medio obtenido durante un prolongado período de funcionamiento.

En la instalación que se proyecta, para conseguir un factor de potencia de 0.95, es necesario instalar una batería de condensadores de 137.5 kVAr; se elige el modelo VarSet automática con un escalonaje de $12.5 + 25 + 2 \times 50$.

12.5 Alumbrado de emergencia

Las instalaciones de alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación de alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación de las personas o iluminar otros puntos que se señalen. Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

En el presente proyecto sólo será necesario instalar alumbrado de seguridad.

12.5.1 Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía.

12.5.1.1 Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en eje de los pasos principales, una iluminación mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40. Es decir, la iluminación máxima en cualquier punto no puede ser más de 40 veces superior a la iluminación mínima en cualquier otro punto.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

12.5.1.2 Alumbrado ambiente o antipánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o antipánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0.5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menos de 40.

El alumbrado ambiente o antipánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminación prevista.

Además de cumplir los niveles lumínicos necesarios, se tiene como objetivo que el conjunto de la instalación sea eficaz y eficiente, de modo que se persigue conseguir un equilibrio óptimo entre el consumo de la luminaria y la superficie cubierta.

Por tanto, para el diseño del alumbrado de emergencia los factores que se valoran son los siguientes: el conjunto de las luminarias, su ubicación y la cantidad de luminarias que se van a utilizar.

Para los puntos en que se ha de situar la luminaria de emergencia sobre el techo de la nave, se empleará el modelo ZES N12 A del fabricante Daisalux; se trata de un modelo estanco que cuenta con un grado de protección contra polvo y un aislamiento eléctrico adecuado para las zonas de la instalación donde se sitúan.



Imagen 22. Modelo ZES N12 A

Sobre las puertas y los cuadros eléctricos, se utilizarán los modelos de superficie HYDRA LD N2 e HYDRA LD N8 del fabricante Daisalux, con una caja estanca KES HYDRA de forma que se garantice la protección adecuada contra polvo. En las luminarias situadas en la zona de oficinas no será necesaria la caja estanca.



Imagen 23. Modelo HYDRA LD.

Los resultados satisfactorios de la iluminancia y de uniformidad obtenidos mediante el empleo de las luminarias de emergencia seleccionadas, se muestran detallados en el documento Anexos en el Anexo I. En la curva isolux de la Imagen 24 se puede observar el flujo luminoso perteneciente al alumbrado de emergencia que incide sobre la superficie del suelo de la planta baja de la nave; en la curva isolux de la Imagen 25 se puede observar el flujo luminoso perteneciente al alumbrado de emergencia que incide sobre la superficie del suelo de la primera planta de la nave.

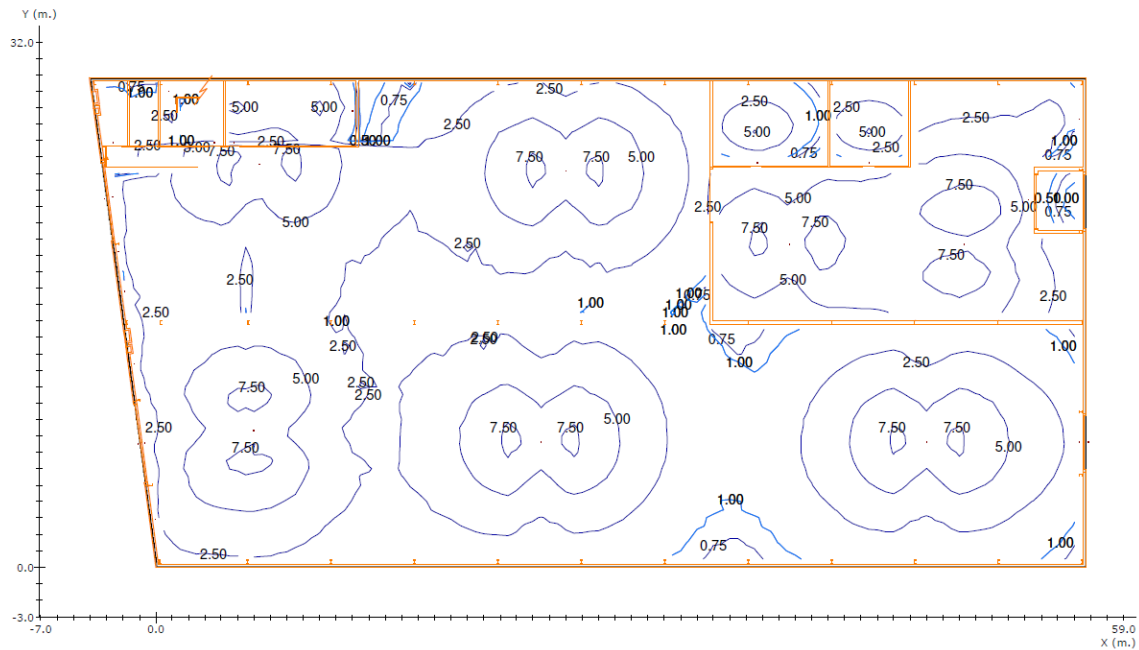


Imagen 24. Curvas isolux alumbrado de emergencia en el plano del suelo de la Planta baja.

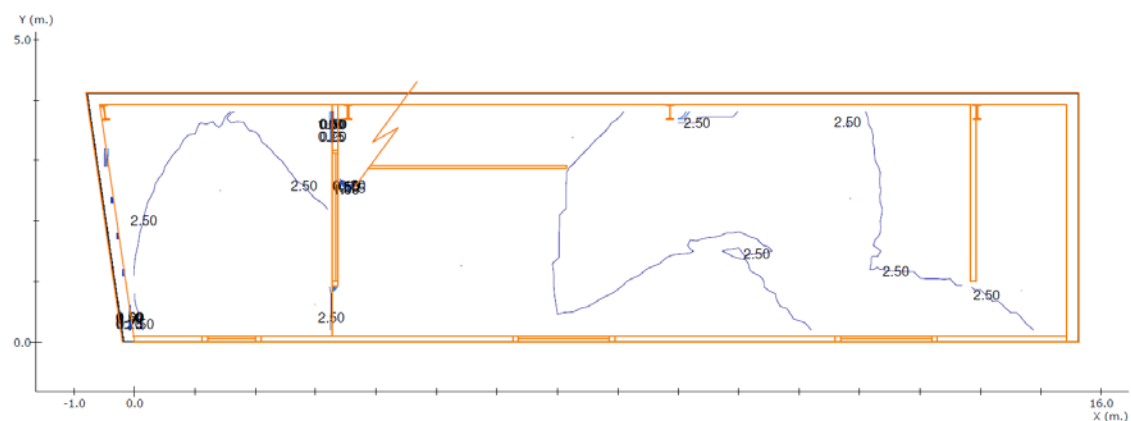


Imagen 25. Curvas isolux de alumbrado de emergencia en el plano del suelo de la Primera planta.

La situación del alumbrado de emergencia se muestra en el documento Planos, en el Plano nº02.

Al tratarse de luminarias con batería integrada en la propia luminaria, lo que entra dentro de la consideración de fuente de alimentación propia, éstas pueden alimentarse a través del mismo circuito que el alumbrado normal de cada cuadro secundario siempre que la protección magnetotérmica destinada a este circuito sea como máximo de 10 A, como ocurre en el caso de la instalación que se proyecta; entonces, la lámpara LED de las luminarias de emergencia se iluminará si falla el suministro de red.

13. Conclusión

En el presente proyecto se desarrollan todos los apartados que debe contener un proyecto de instalaciones eléctricas de baja tensión en industrias según establece la Orden de 17 de julio de 1989 de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo.

El proyecto cumple con toda la normativa aplicable en cada caso y con los requisitos de diseño que se derivan de las características de las edificaciones y de la distribución en planta del proceso industrial ofrecida por el cliente.

La selección de los componentes se ha realizado de acuerdo con los resultados de los cálculos realizados que cumplen las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

En conclusión, en todo momento se ha tratado de conseguir un equilibrio de seguridad y coste en los diseños, garantizando un proyecto técnica y económicamente viable teniendo en cuenta los requisitos establecidos tanto por el cliente como por la normativa vigente aplicable.

14. Programa de ejecución

Para la realización de la instalación se prevé un tiempo máximo de cuatro meses a partir de la aprobación del presente proyecto.

15. Bibliografía

Libros:

León, A., Belenguer, E., & Sanmartín, V. (2013). *Proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión*. España: Marcombo.

Barrero, F., González, E., Milanés, M., & Romero, E. (2012). *Fundamentos de Instalaciones Eléctricas*. España: Garceta.

Páginas web:

Escuer, F & García, J. (2005). *Clasificación de zonas en atmósferas explosivas*. Abril, 2017, de CETIB Sitio web:

http://www.lom.upm.es/documentos/guias/cetib_clasificacion_zonas_atex.pdf

Castellanos, J. (2011). *Utilización de equipos de trabajo en atmósferas explosivas*. Abril, 2017, de INVASSAT Sitio web:

<http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/161741789/El+riesgo+de+explosi%C3%B3n+en+los+equipos+de+trabajo.+Juan+Carlos+Castellanos+2011/6d92a670-9bf6-4340-9e73-d73484667c9d>

16. Orden de prioridad entre los documentos

El orden de prioridad de los documentos del presente Proyecto es el siguiente:

1. Memoria.

Documento que tiene como misión justificar las soluciones adoptadas, su adecuación a la normativa legal aplicable y, conjuntamente con los planos y el pliego de condiciones, debe describir de forma unívoca el objeto del Proyecto.

2. Anexos.

El documento Anexos está formado por los documentos que desarrollan, justifican o aclaran apartados específicos de la memoria u otros documentos del Proyecto.

3. Pliego de condiciones.

Documento que tiene como misión establecer las condiciones técnicas, económicas, administrativas, facultativas y legales para que el objeto del Proyecto pueda materializarse en las condiciones especificadas, evitando posibles interpretaciones diferentes de las deseadas.

4. Presupuesto.

Documento que tiene como misión determinar el coste económico, en unidades monetarias, de la ejecución material del objeto del Proyecto especificando las partidas ejecutadas por contrata.

5. Planos.

El documento Planos tiene como misión, junto con la memoria, definir de forma unívoca el objeto del Proyecto.

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. CÁLCULOS	77
1. Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible	77
2. Potencia prevista de cálculo	77
2.1 Relación de receptores de alumbrado con indicación de su potencia eléctrica en Kw	77
2.2 Relación de receptores de fuerza motriz, indicando su potencia eléctrica en Kw.....	78
2.3 Relación de receptores de otros usos, con indicación de su potencia eléctrica en Kw	78
2.4 Potencia total prevista	79
3. Cálculos luminotécnicos	79
3.1 Cálculo del número de luminarias, según necesidades	79
3.1.1 Valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI)	94
3.2 Alumbrado de emergencia	95
3.2.1 Definición de ejes y ángulos de las luminarias.....	96
3.2.2 Cálculos de alumbrado de emergencia en la planta baja.....	97
3.2.2.1 Alumbrado de emergencia en los recorridos de evacuación (Planta baja).....	100
3.2.2.2....Alumbrado de emergencia sobre los cuadros eléctricos (Planta baja).....	103
3.2.3 Cálculos de alumbrado de emergencia en la Planta primera	104
3.2.3.1 Alumbrado de emergencia en los recorridos de evacuación (Planta primera)	106
3.2.3.2 Alumbrado sobre los cuadros eléctricos (Planta primera).....	106
4. Cálculos eléctricos: alumbrado y fuerza motriz.....	107
4.1 Sistema de instalación elegido en cada zona y sus características	107
4.2 Cálculo de la sección de los conductores.....	108
4.2.1 Cálculo de la intensidad de dimensionamiento de la línea	108
4.2.2 Cálculo de la caída de tensión.....	109
5. Cálculo de las protecciones a instalar en las diferentes líneas generales y derivadas	111
5.1 Sobrecarga	115
5.2 Cortocircuitos	116
6. Cálculo del sistema de protección contra contactos indirectos	118
6.1 Cálculo de puesta a tierra	118
6.2 Cálculo de los condensadores, corrección del factor de potencia	119

ANEXO II. CATÁLOGOS	121
1. Cables.....	121
1.1 Ficha técnica cable TOPCABLE RV-K	121
1.2 Ficha técnica cable TOPCABLE H07V-K	123
1.3 Ficha técnica TOPCABLE RZ1MZ1-K (AS).....	125
2. Luminarias	127
2.1 Luminaria PHILIPS CoreLine Campana	127
2.2 Ficha técnica luminaria PHILIPS Maxos LED Performer	130
2.3 Ficha técnica luminaria PHILIPS CoreLine SlimDownlight	133
2.4 Ficha técnica luminaria PHILIPS PowerBalance LED34S	135
2.5 Ficha técnica luminaria PHILIPS PowerBalance LED40S	137
3. Luminarias alumbrado de emergencia.....	139
3.1 Ficha técnica Luminaria DAISALUX HYDRA LD N2 + KES HYDRA	139
3.2 Ficha técnica luminaria DAISALUX HYDRA LD N8 + KES HYDRA	140
3.3 Ficha técnica luminaria DAISALUX ZES N12 A.....	141
4. Protecciones contra sobreintensidades	142
4.1 Ficha técnica interruptor automático Compact NSX de 100 a 630 A	142
4.2 Ficha técnica interruptor automático NG125N.....	143
4.3 Ficha técnica interruptor automático iC60N.....	144
4.4 Ficha técnica interruptor automático iC60H.....	145
4.5 Ficha técnica interruptor automático iC60L	146
4.6 Ficha técnica interruptor automático C120N.....	147
4.7 Ficha técnica interruptor automático C120H.....	148
5. Protección diferencial	149
5.1 Ficha técnica bloque de protección diferencial Vigi	149
5.2 Ficha técnica bloque diferencial Quick Vigi iC60	150
5.3 Ficha técnica bloque diferencial Vigi C120	151
6. Compensación de reactiva	152
6.1 Ficha técnica VarSet 137.5 KVAR	152

ANEXO I. CÁLCULOS

1. Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible

El suministro de la energía eléctrica será realizado a través de un centro de transformación (CT) propiedad de la empresa Iberdrola S.A. La tensión nominal será de 400 V en trifásica y de 230 V en monofásica, a una frecuencia de 50 Hz.

Según la ITC-BT-19, la caída de tensión máxima admisible entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización será, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

La caída de tensión máxima admisible en la derivación individual será del 1,5 % por tratarse del caso de una derivación individual en suministro para un único usuario.

Es posible compensar las caídas de tensión entre la instalación interior y la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

2. Potencia prevista de cálculo

2.1 Relación de receptores de alumbrado con indicación de su potencia eléctrica en Kw

Receptor alumbrado	Línea	Potencia (kW)
Alumbrado Cuadro secundario 1	L1.4	1.10
Alumbrado Cuadro secundario 2	L2.11	1.60
Alumbrado Cuadro secundario 3	L3.11	1.78
Alumbrado Cuadro secundario 4	L4.5	0.51
Total		5.00

Tabla 41. Potencia de receptores de alumbrado.

2.2 Relación de receptores de fuerza motriz, indicando su potencia eléctrica en Kw

Receptor fuerza motriz	Línea	Potencia (kW)
Inspección	1.1	6.00
Recantado + Corte + Pintura	1.2	25.00
Prensa 1	L2.1	20.00
Prensa 2	L2.2	20.00
Laminado 1	L2.3	36.00
Laminado 1	L2.4	36.00
Horno 1	L2.5	9.00
Horno 2	L2.6	9.00
Prensa + Inyectora 1	L2.7	40.00
Prensa + Inyectora 2	L2.8	40.00
Horno Automático 1	L2.9	20.00
Horno Automático 2	L2.10	20.00
Prensa	L3.1	35.00
Máquina RTM	L3.2	10.00
Robot cosido	L3.3	3.00
Filament Winding	L3.5	5.00
Estufa	L3.6	8.00
Climatización laboratorio	L3.8	2.80
Cabina Pintura	L3.9	9.00
Extracción	L5	13.00
Total		366.80

Tabla 42. Potencia de receptores de fuerza motriz.

2.3 Relación de receptores de otros usos, con indicación de su potencia eléctrica en Kw

Receptores otros usos	Línea	Potencia (kW)
TC Monofásica CS1	L1.3	9.00
TC Trifásica CS3	L3.4	6.00
TC Laboratorio Calidad	L3.7	3.00
TC Zona Montaje	L3.10	4.00
TC Oficinas PB	L4.1	4.80
TC Oficinas P1	L4.2	6.30
TC Aseos	L4.3	1.40
TC Aire acondicionado oficinas	L4.4	3.60
Total		38.10

Tabla 43. Potencia de receptores de otros usos.

2.4 Potencia total prevista

Tipo receptor	Potencia total instalada (kW)	Coeficiente de simultaneidad	Potencia total prevista (kW)
Alumbrado	5.00	1.00	5.00
Fuerza motriz	366.80	0.90	330.12
Otros usos	38.10	0.70	26.67
Total	409.89	-	361.78

Tabla 44. Potencia total prevista.

Al ser conocida la actividad que se va a desarrollar en el local y los receptores eléctricos a instalar, la potencia total prevista se decide a través de un estudio de simultaneidad a partir de la potencia instalada.

Para los receptores de alumbrado interior se aplica $C_s = 1.00$, ya que se tiene una alta probabilidad de que todas las luces puedan estar encendidas simultáneamente.

Para los receptores de fuerza se va a aplicar $C_s = 0.90$, debido a la posibilidad que en alguna de las zonas no se esté trabajando.

Las tomas de corriente se han instalado en aquellas zonas de trabajo que pueden resultar necesarias; sin embargo, no se prevé una utilización simultánea de todas ellas por lo que se aplica un $C_s = 0.70$.

Como resultado, se propone una potencia total a instalar y por tanto para tener en cuenta en la acometida de 375.00 kW.

3. Cálculos luminotécnicos

3.1 Cálculo del número de luminarias, según necesidades

Con el fin de lograr las necesidades lumínicas se utiliza para diseñar el software Dialux, de forma que se garantice una solución que, garantizando la iluminancia media y la uniformidad exigidas en cada zona, cuente con la mayor eficiencia energética posible.

Para el diseño se han tenido en cuenta las dimensiones de cada local de la nave y una altura del plano útil a 0.85 m.

Se ha determinado el nivel de iluminancia media (E_m) a conseguir, se ha escogido el tipo de lámpara adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar, se ha escogido el sistema de alumbrado que mejor se adapta a las necesidades del local y las luminarias correspondientes y se ha determinado la altura de suspensión de las luminarias en función del sistema de iluminación elegido.

Los coeficientes de reflexión que se han utilizado en la simulación se muestran en la Tabla 45.

Superficie	Factor de reflexión (ρ)
Techo	0.70
Paredes	0.50
Suelo	0.20

Tabla 45. Coeficientes de reflexión.

El factor de mantenimiento (f_m) de la instalación, que depende del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local, se ha considerado de 0.80, correspondiente a un ambiente limpio.

A continuación, se muestran los resultados de cálculo obtenidos con el programa Dialux para cada local que forma la nave.

Zona de fabricación

Debido al material que se procesa, la actividad realizada en la zona de producción se clasifica como industria de caucho, plástico; por tanto, dentro de esta clase de industria buscamos los niveles lumínicos que exige la norma UNE 12464.1, teniendo en cuenta que durante todo el proceso la intervención manual es limitada (tiene una ocupación estimada de 4 personas), se requiere una E_m de 150 lux y una uniformidad de 0.40 en el plano útil.

En la Tabla 46 se muestran los resultados calculados mediante el programa Dialux, donde se observa que se cumplen los niveles mínimos exigidos para este tipo de zona.

Superficie	E_m (lx)	E_{\min} (lux)	E_{\max} (lux)	E_{\min} / E_m
Plano útil	174	77	268	0.443
Suelo	169	83	235	0.494
Techo	33	22	42	0.676
Paredes	64	17	424	/

Tabla 46. Resultados luminotécnicos Zona de producción.

En la Imagen 26 se muestra la distribución del flujo luminoso que incide sobre la superficie del plano de trabajo.

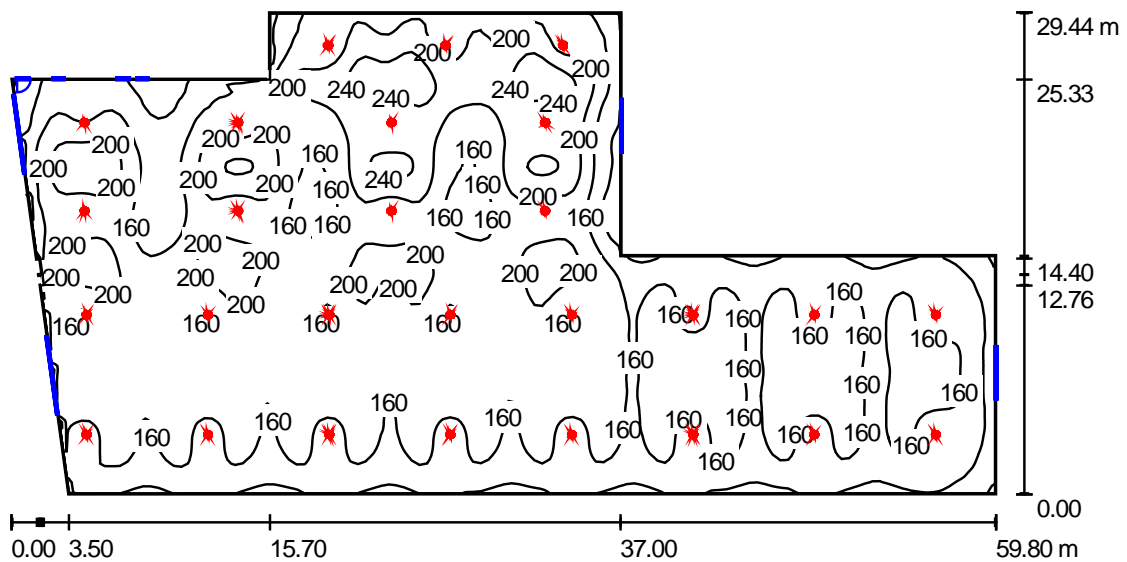


Imagen 26. Diagrama isolux de la Zona de producción.

Altura de montaje de las luminarias: 5.760 m; factor de mantenimiento: 0.80

Valor de eficiencia energética: 1.18 W/m²

Lista de luminarias utilizadas en la Zona de fabricación:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) (lm)	Ø (Lámparas) (lm)	P (W)
27	PHILIPS BY120P G2 1xLED105S/840 WB	10500	10500	100.00
	Total	283500	283500	2700.00

Tabla 47. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en la Zona de Producción.

Laboratorio de prototipos

Debido al material que se procesa, la actividad realizada en la zona de prototipos se clasifica como industria de caucho, plástico. Se tiene en cuenta una superficie de cálculo 1 donde existen zonas de bancos de trabajo con intervención manual y por tanto se precisa de una iluminancia mantenida mínima de 300 lux y una uniformidad de 0.40; y una superficie de cálculo 2, donde de nuevo la intervención manual es limitada y por tanto solo se requiere una iluminancia mínima de 150 lux y una uniformidad de 0.40. La disposición de las superficies de cálculo se puede observar en la Imagen 27.

En la Tabla 48 se muestran los resultados calculados mediante el programa Dialux, donde se observa que se cumplen los niveles mínimos exigidos para este tipo de zona.

Superficie	E_m (lx)	E_{\min} (lx)	E_{\max} (lx)	E_{\min} / E_m
Superficie de cálculo 1	315	232	408	0.737
Superficie de cálculo 2	212	160	260	0.757

Tabla 48. Resultados luminotécnicos en las superficies de cálculo de la Zona de prototipos.

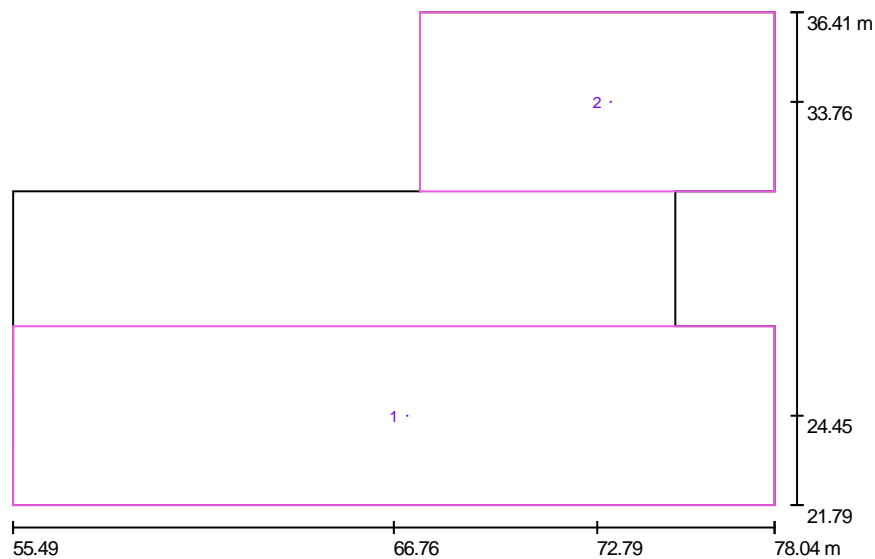


Imagen 27. Superficies de cálculo 1 y 2 de la Zona de prototipos.

En la Imagen 28 se muestra la distribución del flujo luminoso que incide sobre la superficie del plano de trabajo.

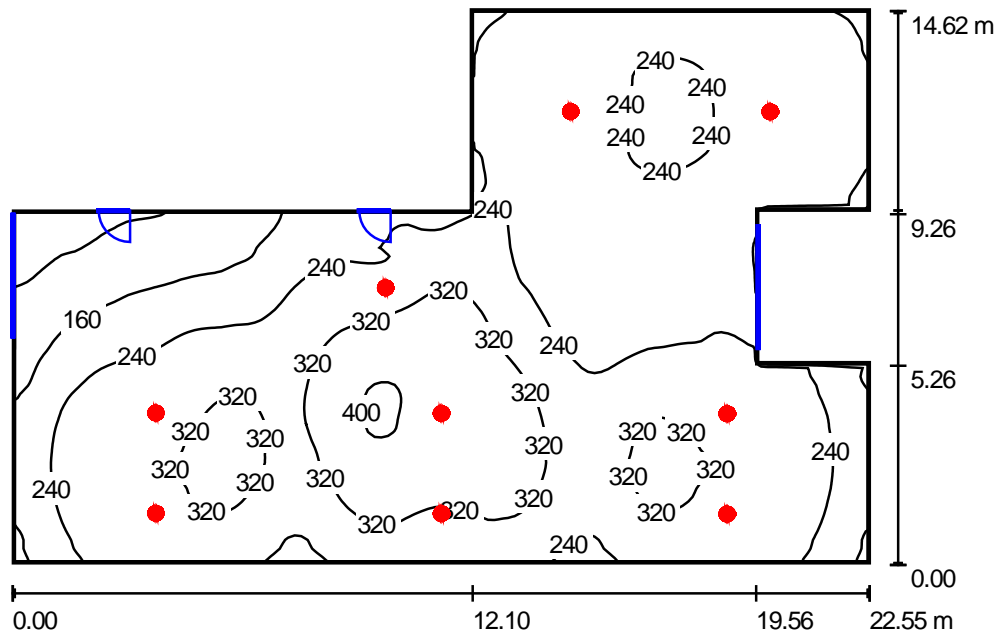


Imagen 28. Diagrama isolux de la Zona de prototipos.

Altura del local: 6.000 m; Altura de montaje: 5.400 m; Factor mantenimiento: 0.80

Valor de eficiencia energética: 1.41 W/m²

Lista de luminarias utilizadas en el Laboratorio de prototipos:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) (lm)	Ø (Lámparas) (lm)	P (W)
9	PHILIPS BY120P G2 1xLED105S/840 WB (1.000)	10500	10500	100.00
	Total	94500	94500	900.00

Tabla 49. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en la Zona de prototipos.

Cabina lijado y pintura

La actividad realizada en la Cabina de lijado y pintura precisa de una iluminancia mantenida mínima de 750 lux y una uniformidad de 0.70.

En la Tabla 50 se muestran los resultados calculados mediante el programa Dialux, donde se observa que se cumplen los niveles mínimos exigidos para este tipo de zona.

Superficie	E _m (lx)	E _{mín} (lx)	E _{máx} (lx)	E _{mín} / E _m
Plano útil	763	537	942	0.704
Suelo	652	500	768	0.768
Techo	166	123	194	0.745
Paredes	401	117	909	/

Tabla 50. Resultados luminotécnicos de la Cabina de lijado y pintura.

En la Imagen 29 se muestra la distribución del flujo luminoso que incide sobre la superficie del plano de trabajo.

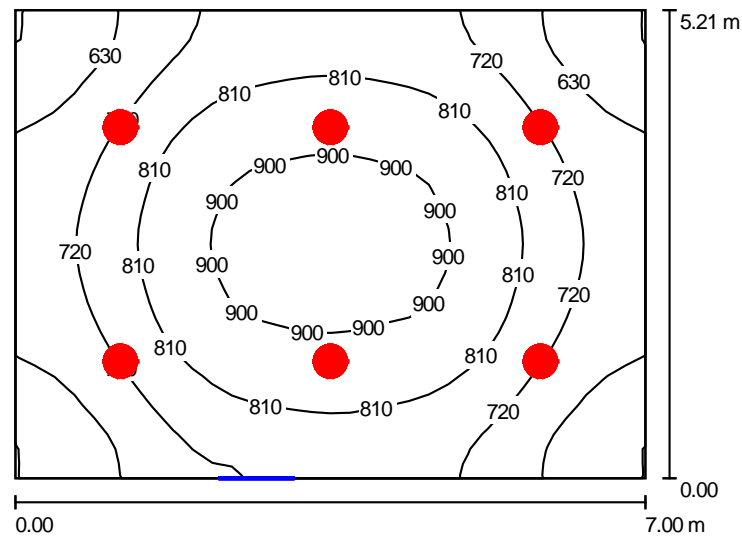


Imagen 29. Diagrama isolux de la Cabina de Lijado y pintura.

Altura del local: 6.00 m; altura de montaje de las luminarias: 5.169 m; factor de mantenimiento: 0.80

Valor de eficiencia energética: 2.16 W/m²

Lista de luminarias utilizadas en la Cabina de lijado y pintura:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) (lm)	Ø (Lámparas) (lm)	P (W)
6	PHILIPS BY120P G2 1xLED105S/840 WB (1.000)	10500	10500	100.00
	Total	63000	63000	600.00

Tabla 51. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en la Cabina de lijado y pintura.

Laboratorio calidad

La actividad realizada en el Laboratorio de calidad precisa de una iluminancia mantenida mínima de 500 lux y una uniformidad de 0.60.

En la Tabla 52 se muestran los resultados calculados mediante el programa Dialux, donde se observa que se cumplen los niveles mínimos exigidos para este tipo de zona.

Superficie	E_m (lx)	E_{\min} (lx)	E_{\max} (lx)	E_{\min} / E_m
Plano útil	515	338	663	0.656
Suelo	436	314	537	0.720
Techo	96	70	113	0.732
Paredes	222	69	449	/

Tabla 52. Resultados luminotécnicos del Laboratorio de calidad.

En la Imagen 30 se muestra la distribución del flujo luminoso que incide sobre la superficie del plano de trabajo.

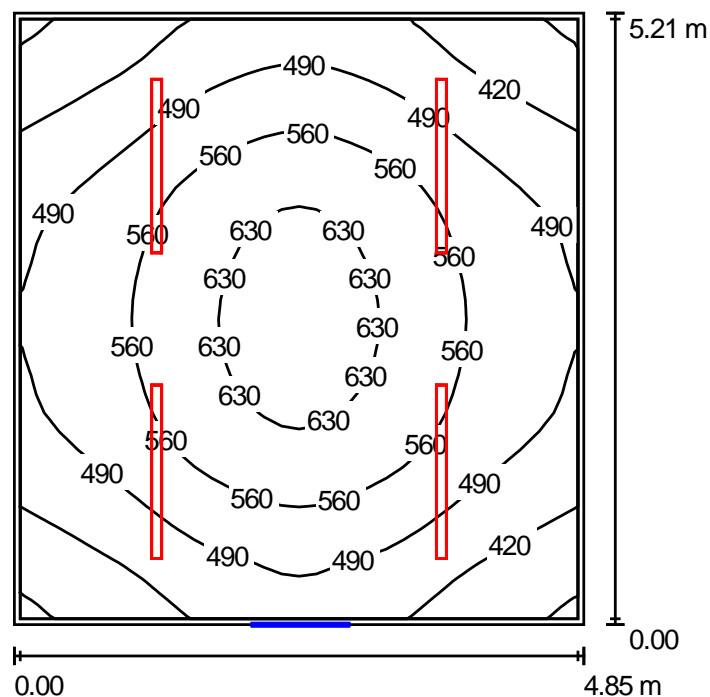


Imagen 30. Diagrama isolux del Laboratorio de calidad.

Altura del local: 6.000 m; Altura de montaje: 4.960 m; Factor mantenimiento: 0.80

Valor de eficiencia energética: 2.21 W/m²

Lista de luminarias utilizadas en el Laboratorio de calidad:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) (lm)	Ø (Lámparas) (lm)	P (W)
4	PHILIPS 4MX900 491 1xLED75S/840 PSD WB (1.000)	7200	7200	72.00
	Total	28800	28800	288.00

Tabla 53. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en el Laboratorio de calidad.

Aseo minusválidos

El aseo precisa de una iluminancia mantenida mínima de 200 lux y una uniformidad de 0.40.

En la Tabla 54 se muestran los resultados calculados mediante el programa Dialux, donde se observa que se cumplen los niveles mínimos exigidos para este tipo de zona.

Superficie	E_m (lx)	E_{\min} (lx)	E_{\max} (lx)	E_{\min} / E_m
Plano útil	215	103	252	0.478
Suelo	145	44	167	0.307
Techo	65	38	82	0.585
Paredes	127	22	296	/

Tabla 54. Resultados luminotécnicos del Aseo minusválidos.

En la Imagen 31 se muestra la distribución del flujo luminoso que incide sobre la superficie del plano de trabajo.

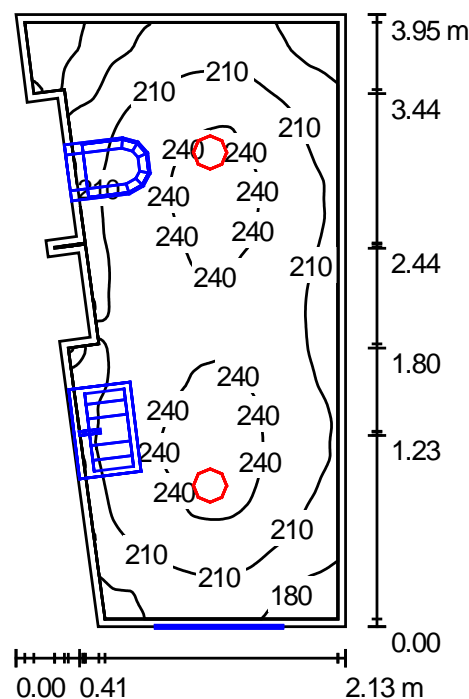


Imagen 31. Diagrama isolux del Aseo minusválidos.

Altura del local: 2.800; Altura de montaje: 2.800 m; Factor mantenimiento: 0.80

Valor de eficiencia energética: 3.67 W/m²

Lista de luminarias utilizadas en el Aseo minusválidos:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) (lm)	Ø (Lámparas) (lm)	P (W)
2	PHILIPS DN135B D215 1xLED20S/840 (1.000)	2000	2000	28.00
	Total	4000	4000	56.00

Tabla 55. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en el Aseo minusválidos.

Aseo

El aseo precisa de una iluminancia mantenida mínima de 200 lux y una uniformidad de 0.40.

En la Tabla 56 se muestran los resultados calculados mediante el programa Dialux, donde se observa que se cumplen los niveles mínimos exigidos para este tipo de zona.

Superficie	E_m (lx)	E_{min} (lx)	E_{max} (lx)	E_{min} / E_m
Plano útil	217	146	259	0.671
Suelo	149	113	172	0.759
Techo	69	48	76	0.695
Paredes	139	59	289	/

Tabla 56. Resultados luminotécnicos del Aseo.

En la Imagen 32 se muestra la distribución del flujo luminoso que incide sobre la superficie del plano de trabajo.

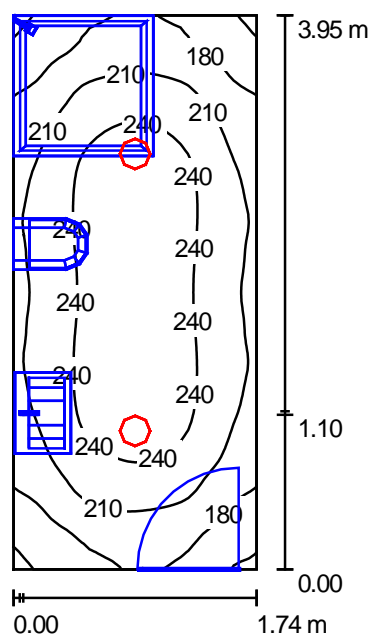


Imagen 32. Diagrama isolux del Aseo.

Altura del local: 2.800; Altura de montaje: 2.826; Factor mantenimiento: 0.80

Valor de eficiencia energética: 3.75 W/m²/100 lx

Lista de luminarias utilizadas en el Aseo:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) (lm)	Ø (Lámparas) (lm)	P (W)
2	PHILIPS DN135B D215 1xLED20S/840 (1.000)	2000	2000	28.00
	Total	4000	4000	56.00

Tabla 57. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en el Aseo.

Oficinas PB

En todos los locales dedicados a oficinas se desconoce la disposición del mobiliario; por tanto, se decide iluminar toda la zona con una E_m de 300 lux y una uniformidad de 0.40.

En la tabla siguiente se muestran los resultados calculados mediante el programa Dialux, donde se observa que se cumplen los niveles mínimos exigidos para este tipo de zona.

Superficie	E_m (lx)	$E_{mín}$ (lx)	$E_{máx}$ (lx)	$E_{mín} / E_m$
Plano útil	303	123	462	0.408
Suelo	235	140	319	0.595
Techo	47	34	56	0.722
Paredes	105	36	247	/

Tabla 58. Resultados luminotécnicos en la Oficina (Planta baja).

En la Imagen 33 se muestra la distribución del flujo luminoso que incide sobre la superficie del plano de trabajo.

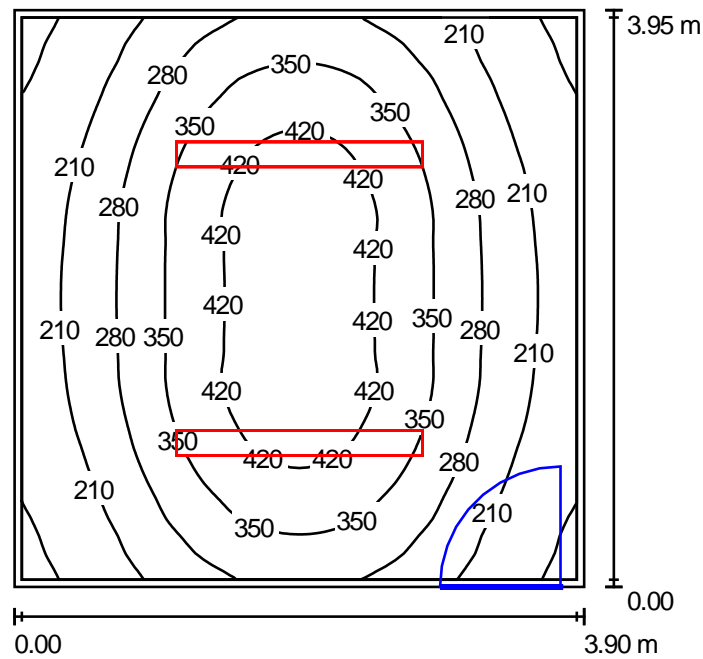


Imagen 33. Diagrama isolux de la Oficina (Planta baja).

Altura del local: 2.800 m; Altura de montaje: 2.870 m; Factor mantenimiento: 0.80

Valor de eficiencia energética: 1.21 W/m²

Lista de luminarias utilizadas en las Oficinas PB:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) (lm)	Ø (Lámparas) (lm)	P (W)
2	PHILIPS SM461V W17L169 1xLED34S/840 (1.000)	3400	3400	28.00
	Total	6800	6800	56.00

Tabla 59. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en la Oficina (Planta baja).

Calidad

En la tabla siguiente se muestran los resultados calculados mediante el programa Dialux, donde se observa que se cumplen los niveles mínimos exigidos para este tipo de zona.

Superficie	E _m (lx)	E _{mín} (lx)	E _{máx} (lx)	E _{mín} / E _m
Plano útil	312	142	471	0.456
Suelo	261	150	335	0.574
Techo	54	36	61	0.664
Paredes	118	42	258	/

Tabla 60. Resultados luminotécnicos de Calidad (Planta baja).

En la Imagen 34 se muestra la distribución del flujo luminoso que incide sobre la superficie del plano de trabajo.

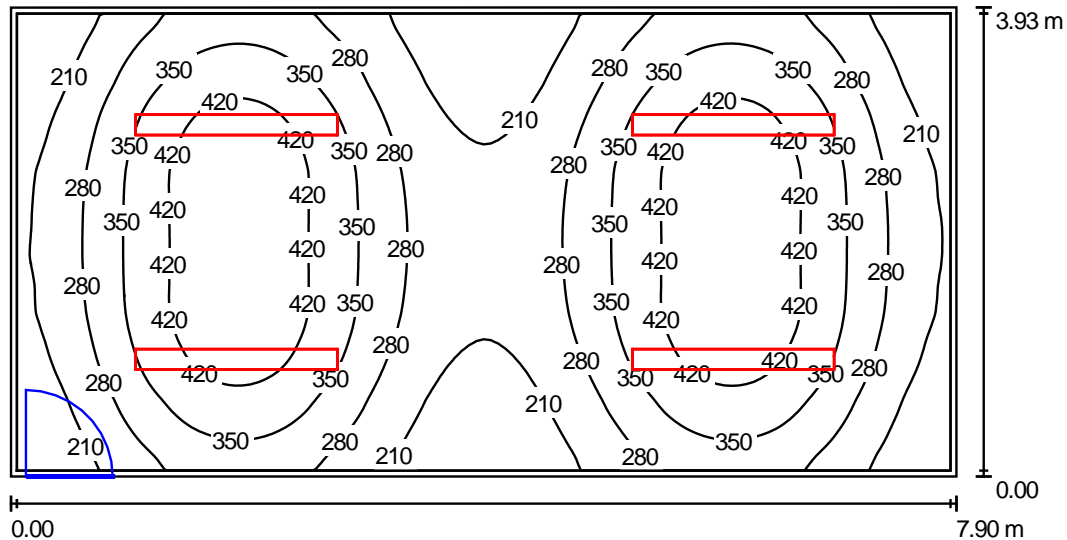


Imagen 34. Diagrama isolux de Calidad (Planta baja).

Altura del local: 2.800 m; altura de montaje: 2.870 m; factor de mantenimiento: 0.80

Valor de eficiencia energética: 1.16 W/m²/100 lx

Lista de luminarias utilizadas en Calidad:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) (lm)	Ø (Lámparas) (lm)	P (W)
4	PHILIPS SM461V W17L169 1xLED34S/840 (1.000)		3400	28.00
	Total	13600	13600	112.00

Tabla 61. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en Calidad (Planta baja).

Oficina P1^a

En la tabla siguiente se muestran los resultados calculados mediante el programa Dialux, donde se observa que se cumplen los niveles mínimos exigidos para este tipo de zona. Como se observa, se cumplen los 300 lux de iluminancia media y se obtiene una uniformidad mayor a 0.4.

Superficie	E _m (lx)	E _{mín} (lx)	E _{máx} (lx)	E _{mín} / E _m
Plano útil	319	137	459	0.430
Suelo	248	148	317	0.594
Techo	54	37	68	0.686
Paredes	121	39	435	/

Tabla 62. Resultados luminotécnicos en Oficina (Planta primera).

En la Imagen 35 se muestra la distribución del flujo luminoso que incide sobre la superficie del plano de trabajo.

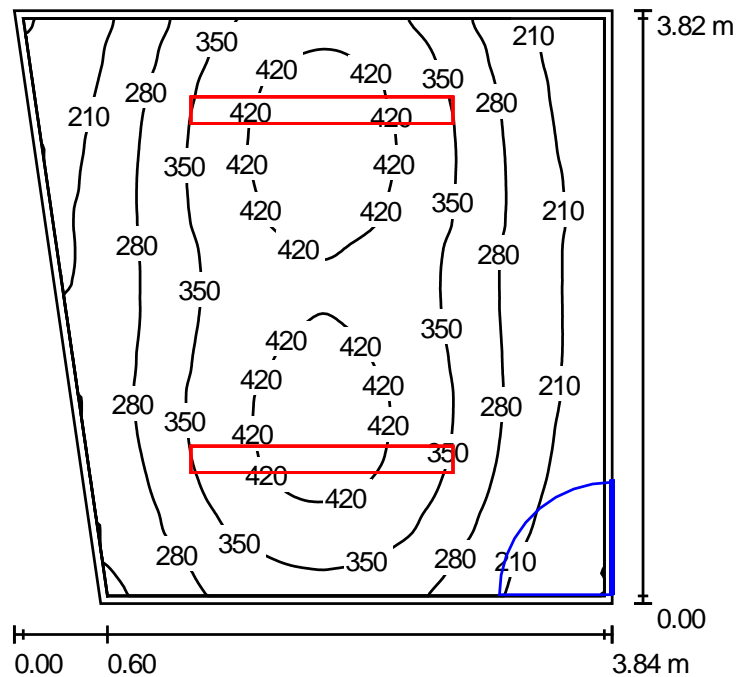


Imagen 35. Diagrama isolux de Oficina (Planta primera).

Altura del local: 2.800 m; Altura de montaje: 2.800 m; Factor mantenimiento: 0.80

Valor de eficiencia energética: 1.29 W/m²

Lista de luminarias utilizadas en Oficina P1ª:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) (lm)	Ø (Lámparas) (lm)	P (W)
2	PHILIPS SM461V W17L169 1xLED34S/840 (1.000)	3400	3400	28.00
	Total	6800	6800	56.00

Tabla 63. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en Oficina (Planta primera).

Oficinas P1^a

En la tabla siguiente se muestran los resultados calculados mediante el programa Dialux, donde se observa que se cumplen los niveles mínimos exigidos para este tipo de zona.

Superficie	E_m (lx)	E_{\min} (lx)	E_{\max} (lx)	E_{\min} / E_m
Plano útil	328	143	488	0.435
Suelo	277	156	350	0.563
Techo	53	38	58	0.713
Paredes	112	41	276	/

Tabla 64. Resultados luminotécnicos de Oficinas (Planta primera).

En la Imagen 36 se muestra la distribución del flujo luminoso que incide sobre la superficie del plano de trabajo.

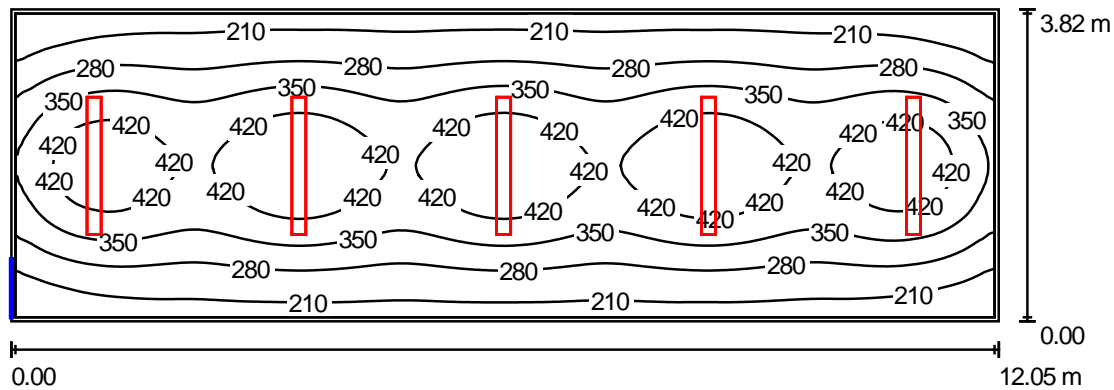


Imagen 36. Diagrama isolux de Oficinas (Planta primera).

Altura del local: 2.800 m; Altura de montaje: 2.870 m; Factor mantenimiento: 0.80

Valor de eficiencia energética: 1.13 W/m²

Lista de luminarias utilizadas en Oficinas P1^a:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) (lm)	Ø (Lámparas) (lm)	P (W)
5	PHILIPS SM461V W17L169 1xLED40S/840 (1.000)	4000	4000	34.00
	Total	20000	20000	170.00

Tabla 65. Lista de piezas – Luminarias utilizadas en Oficinas (Planta primera).

3.1.1 Valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI)

La eficiencia energética de una instalación de una zona se determina mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Donde:

P: potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W);

S: superficie iluminada (m^2);

E_m : iluminancia media horizontal mantenida (lux).

El documento del CTE DB-HE-3: 2013 que trata sobre la eficiencia energética en instalaciones de iluminación, a pesar de estar desactualizado, en el documento de bases para la actualización del DB-HE se declara que se mantiene lo recogido en la versión del CTE DB-HE-3: 2013; por tanto, se utilizará dicho documento.

El ámbito de aplicación en nuestro caso será en zonas de oficinas y el laboratorio; no entran en el ámbito de aplicación de dicho documento las instalaciones industriales, donde se justificarán las soluciones adoptadas para el ahorro de energía en la instalación de iluminación.

Los valores de eficiencia energética límite, de acuerdo con zonas o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética, se establecen en la Tabla 66.

Zona de actividad diferenciada	VEEI límite
Administrativo en general	3.50
Laboratorios	4.00

Tabla 66. Valores límite de eficiencia energética de la instalación.

En los resultados se observa que todos los valores VEEI de los locales destinados a oficinas quedan por debajo del valor límite de 3.50 para este tipo de zona de actividad.

En el Laboratorio de calidad se obtiene un VEEI de 2.21 W/m^2 , que de nuevo queda por debajo del valor límite de 4.00 para este tipo de zona.

3.2 Alumbrado de emergencia

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de alumbrado de emergencia, para la realización de los cálculos no se tiene en cuenta los coeficientes de reflexión de paredes y techos.

Se realiza el cálculo de nivel de iluminación recibido sobre el suelo, asegurando que es siempre igual o superior al calculado.

Lista de luminarias utilizadas para el alumbrado de emergencia:

Nº piezas	Designación (Factor de corrección)	Ø (unitario) (lm)	Ø (total) (lm)	Autonomía (h)
23	DAISALUX HYDRA LD N2 + KES HYDRA (1.000)	100	2300	1
4	DAISALUX HYDRA LD N8 + KES HYDRA (1.000)	400	1600	1
7	DAISALUX ZES N12 A (1.000)	600	4200	1

Tabla 67. Lista de luminarias empleadas para el alumbrado de emergencia.

3.2.1 Definición de ejes y ángulos de las luminarias

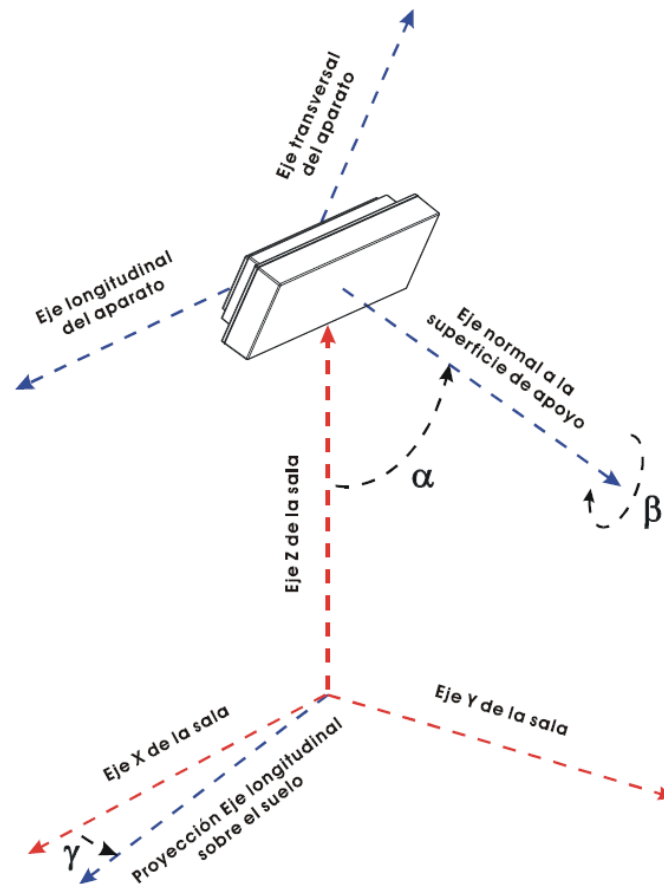


Imagen 37. Definición de ejes y ángulos de las luminarias.

Donde:

γ : ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala;

α : ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala (un valor 90 es colocación en la pared y 0 colocación en el techo);

β : autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

3.2.2 Cálculos de alumbrado de emergencia en la planta baja

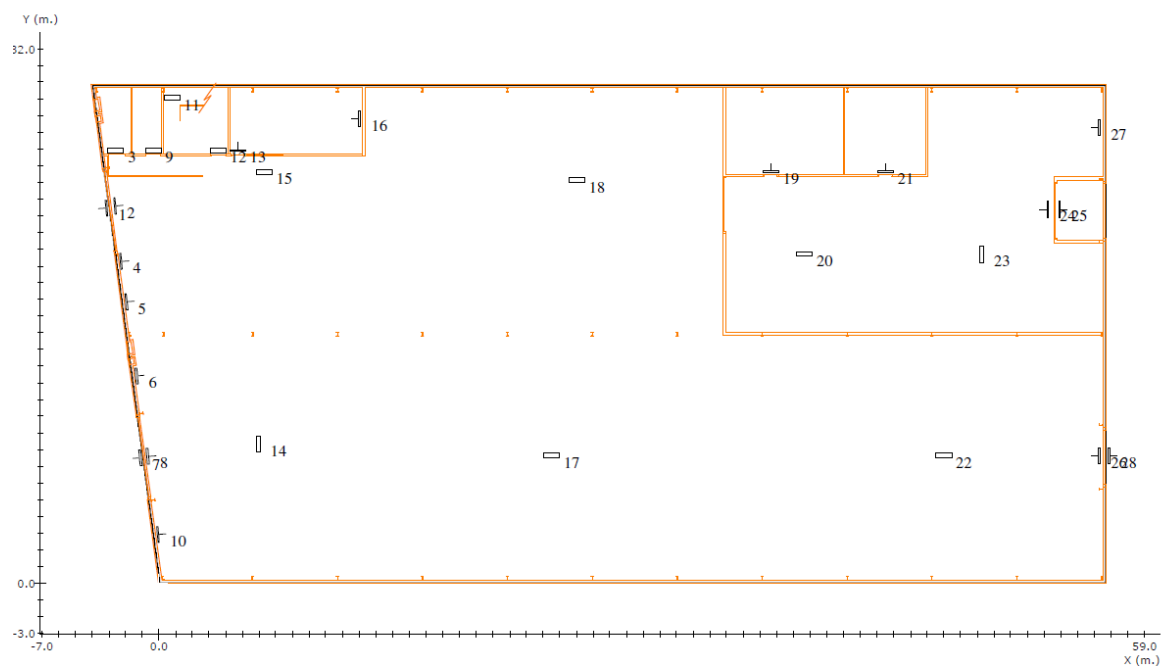


Imagen 38. Situación de las luminarias de emergencia (Planta baja).

Nº	Referencia	Coordenadas					
		x	y	h	γ	α	β
1	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	-3.14	22.46	3.20	95	90	0
2	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	-2.63	22.57	3.20	-85	90	0
3	HYDRA LD N2	-2.59	25.90	2.80	0	0	0
4	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	-2.28	19.28	2.50	-85	90	0
5	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	-1.94	16.84	2.50	-85	90	0
6	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	-1.34	12.42	2.50	-85	90	0
7	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	-1.10	7.51	3.20	95	90	0
8	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	-0.67	7.60	3.20	-85	90	0
9	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	-0.35	25.90	2.80	0	0	0
10	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	-0.05	2.93	2.50	-85	90	0
11	HYDRA LD N2	0.78	29.04	2.80	0	0	0
12	HYDRA LD N2	3.54	25.90	2.80	0	0	0
13	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	4.72	25.90	3.20	0	90	0
14	ZES N12 A	5.95	8.34	6.36	90	0	0
15	ZES N12 A	6.30	24.60	6.36	0	0	0
16	HYDRA LD N8 + KES HYDRA	12.00	27.81	3.20	90	90	0
17	ZES N12 A	23.50	7.65	6.36	0	0	0
18	ZES N12 A	25.00	24.14	6.36	0	0	0
19	HYDRA LD N8 + KES HYDRA	36.65	24.65	3.20	0	90	0
20	ZES N12 A	38.63	19.70	6.36	0	0	0
21	HYDRA LD N8 + KES HYDRA	43.50	24.65	3.20	0	90	0
22	ZES N12 A	47.00	7.65	6.36	0	0	0
23	ZES N12 A	49.27	19.70	6.36	-90	0	0
24	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	53.20	22.40	3.20	90	90	0
25	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	53.92	22.40	3.20	-90	90	0
26	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	56.30	7.65	3.20	90	90	0
27	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	56.30	27.30	2.50	90	90	0
28	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	56.86	7.65	3.20	-90	90	0

Tabla 68. Posición y ángulos de las luminarias de emergencia (Planta baja).

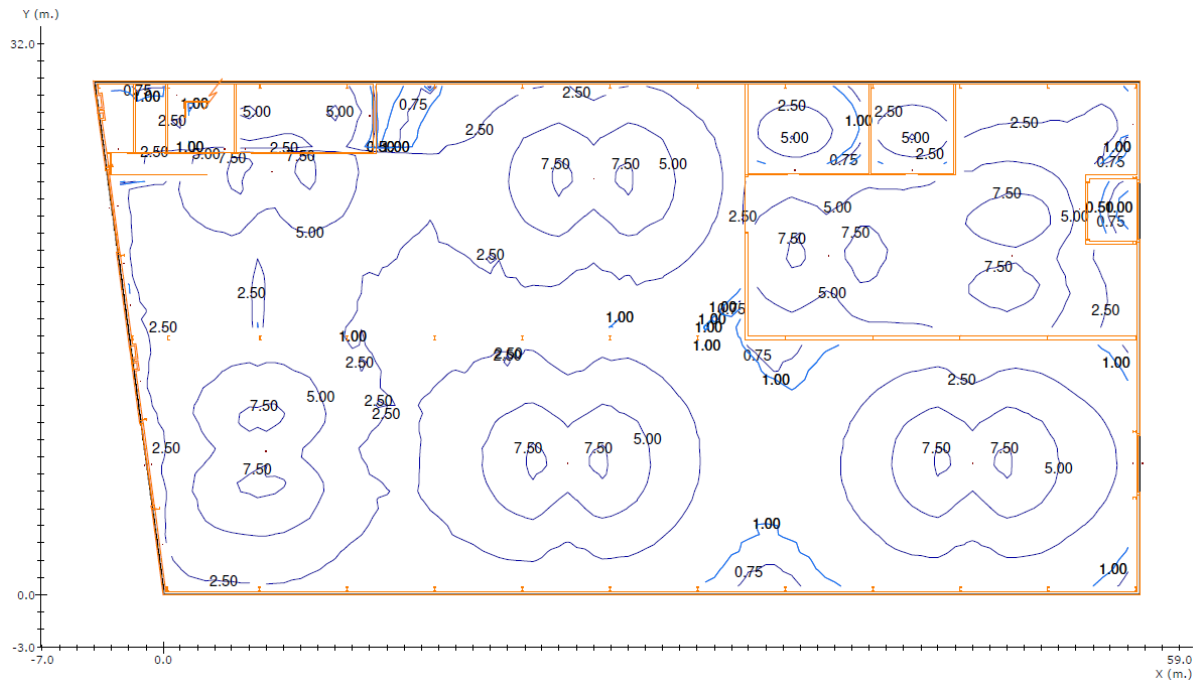


Imagen 39. Curvas isolux en el plano a 0.00 m (Planta baja).

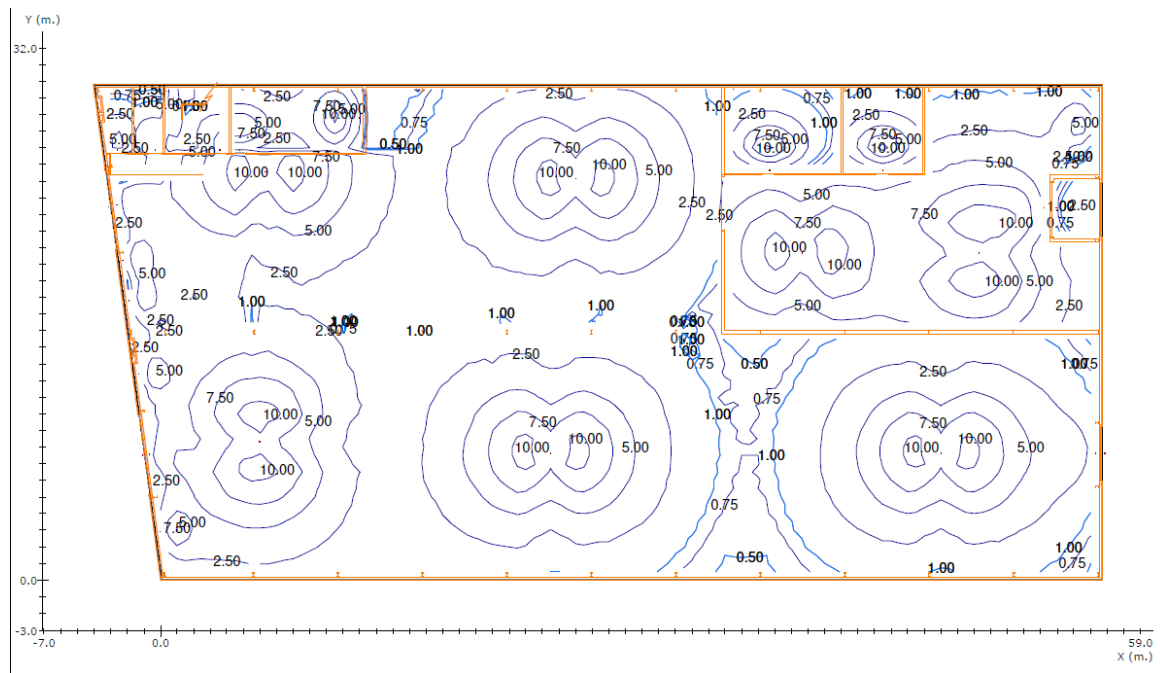


Imagen 40. Curvas isolux en el plano a 1.00 m (Planta baja).

Resultado del alumbrado antipánico en el volumen de 0.00 m a 1.00 m:

	Objetivos	Resultados
Superficie cubierta	0.50 lux o más	99.00 % de 1666.00 m ²
Uniformidad	40.00 mx/mn	23.90 mx/mn
Lúmenes	-	4.20 lm/m ²

Tabla 69. Resultado del alumbrado antipánico en el volumen de 0.00 m a 1.00 m (Planta baja).

3.2.2.1 Alumbrado de emergencia en los recorridos de evacuación (Planta baja)

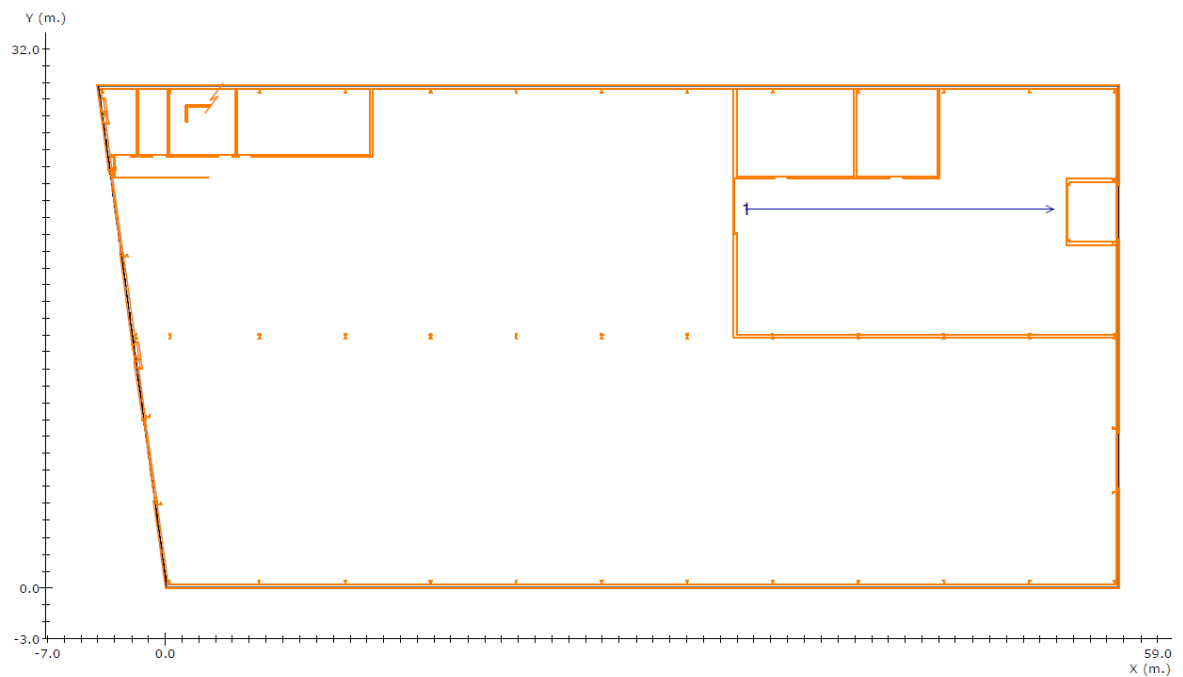


Imagen 41. Recorrido de evacuación 1 (Planta baja).

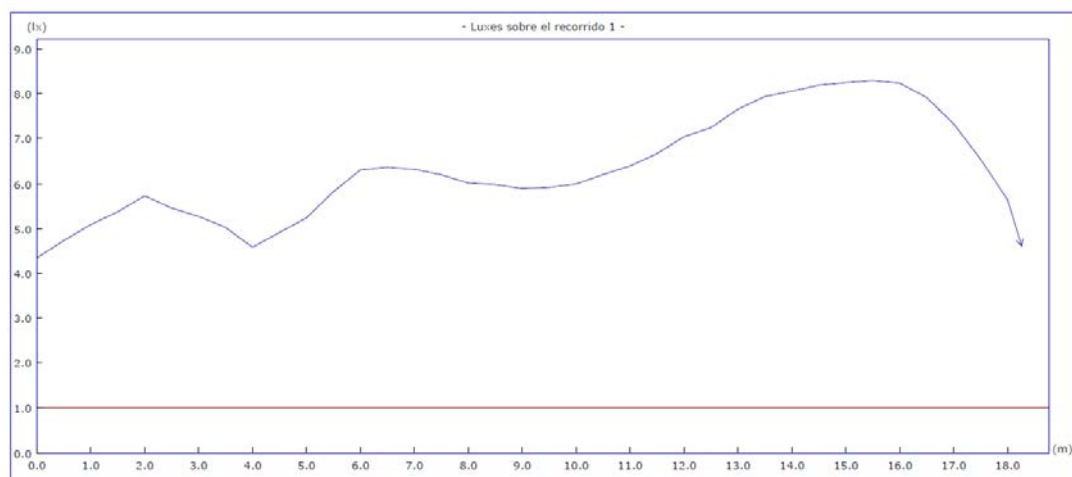


Imagen 42. Luxes sobre el recorrido de evacuación 1 (Planta baja).

Altura del plano de medida: 0.00 m; resolución del cálculo: 0.50 m; factor de mantenimiento: 1.00

	Objetivos	Resultados
Uniformidad en recorrido	40.00 mx/mx	1.90 mx/mn
lux. mínimos	1.00 lux	4.34 lux
lux. máximos	-	8.30 lux
Longitud cubierta	Con 1.00 lux o más	100.00 %

Tabla 70. Resultados del alumbrado para el recorrido de evacuación 1 (Planta baja).

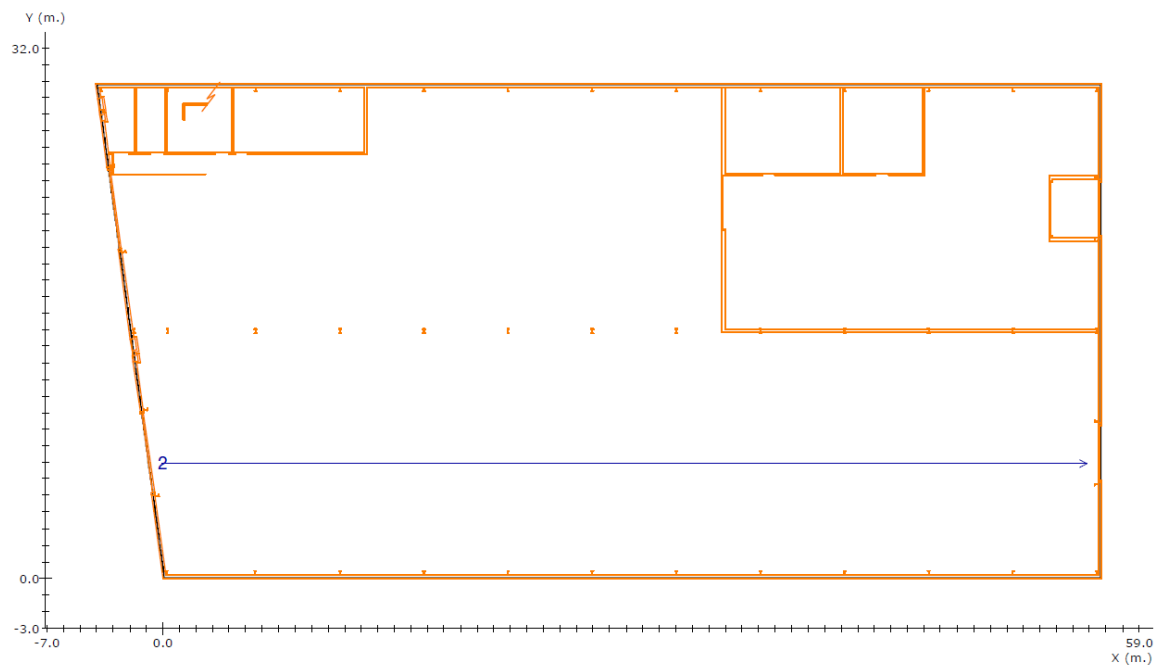


Imagen 43. Recorrido de evacuación 2 (Planta baja).

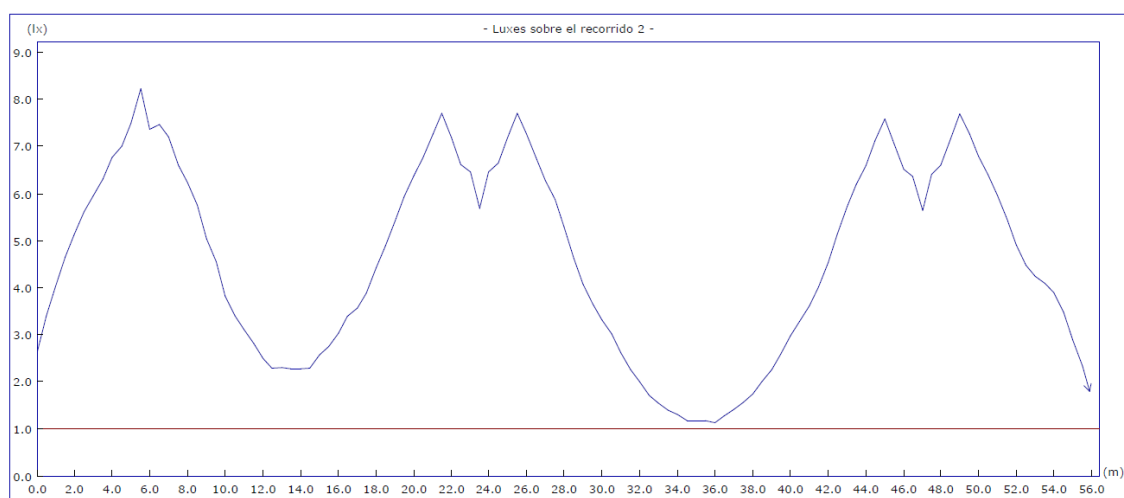


Imagen 44. Luxes sobre el recorrido de evacuación 2 (Planta baja).

Altura del plano de medida: 0.00 m; resolución del cálculo: 0.50 m; factor de mantenimiento: 1.00

	Objetivos	Resultados
Uniformidad en recorrido	40.00 mx/mx	7.30 mx/mn
lx. mínimos	1.00 lux	1.12 lux
lx. máximos	-	8.23 lux
Longitud cubierta	Con 1.00 lux o más	100.00 %

Tabla 71. Resultados del alumbrado para el recorrido de evacuación 2 (Planta baja).

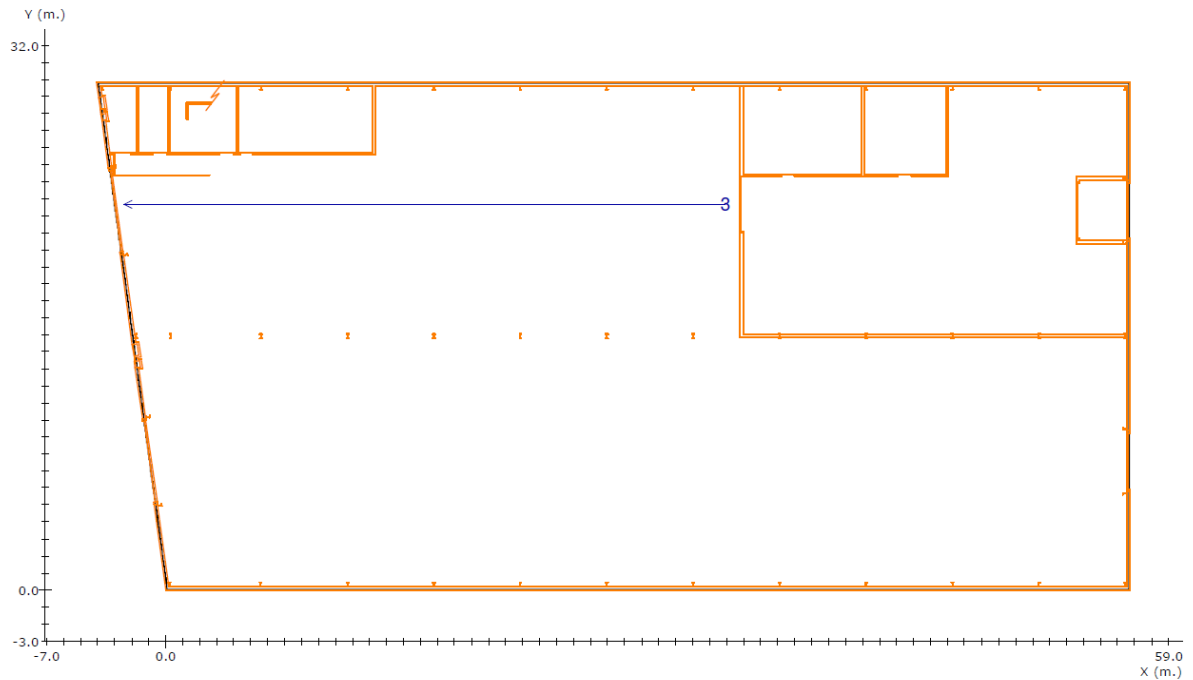


Imagen 45. Recorrido de evacuación 3 (Planta baja).

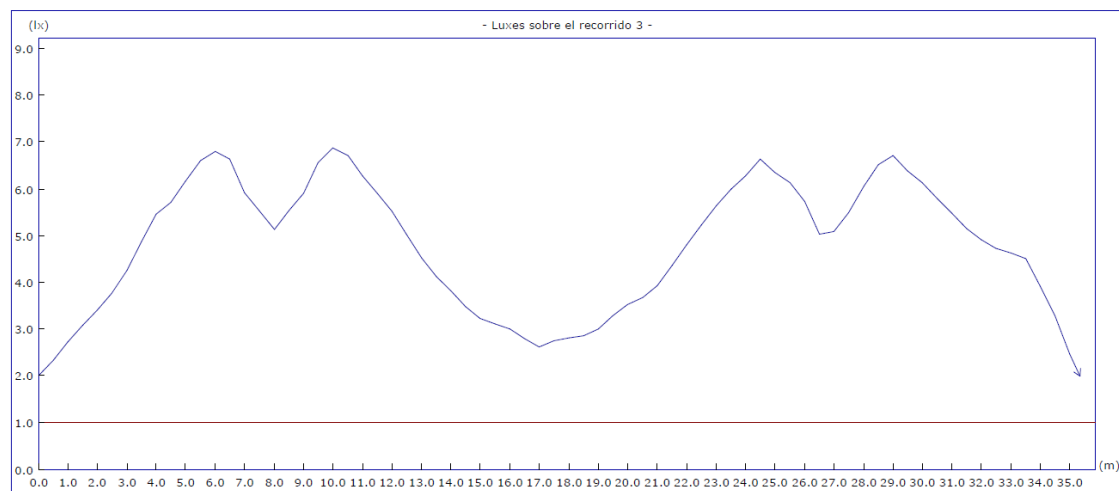


Imagen 46. Luxes sobre el recorrido de evacuación 3 (Planta baja).

Altura del plano de medida: 0.00 m; resolución del cálculo: 0.50 m; factor de mantenimiento: 1.00

	Objetivos	Resultados
Uniformidad en recorrido	40.00 mx/mx	3.50 mx/mn
lux. mínimos	1.00 lux	1.99 lux
lux. máximos	-	6.87 lux
Longitud cubierta	Con 1.00 lux. o más	100.00 %

Tabla 72. Resultados del alumbrado para el recorrido de evacuación 3 (Planta baja).

3.2.2.2 Alumbrado de emergencia sobre los cuadros eléctricos (Planta baja)

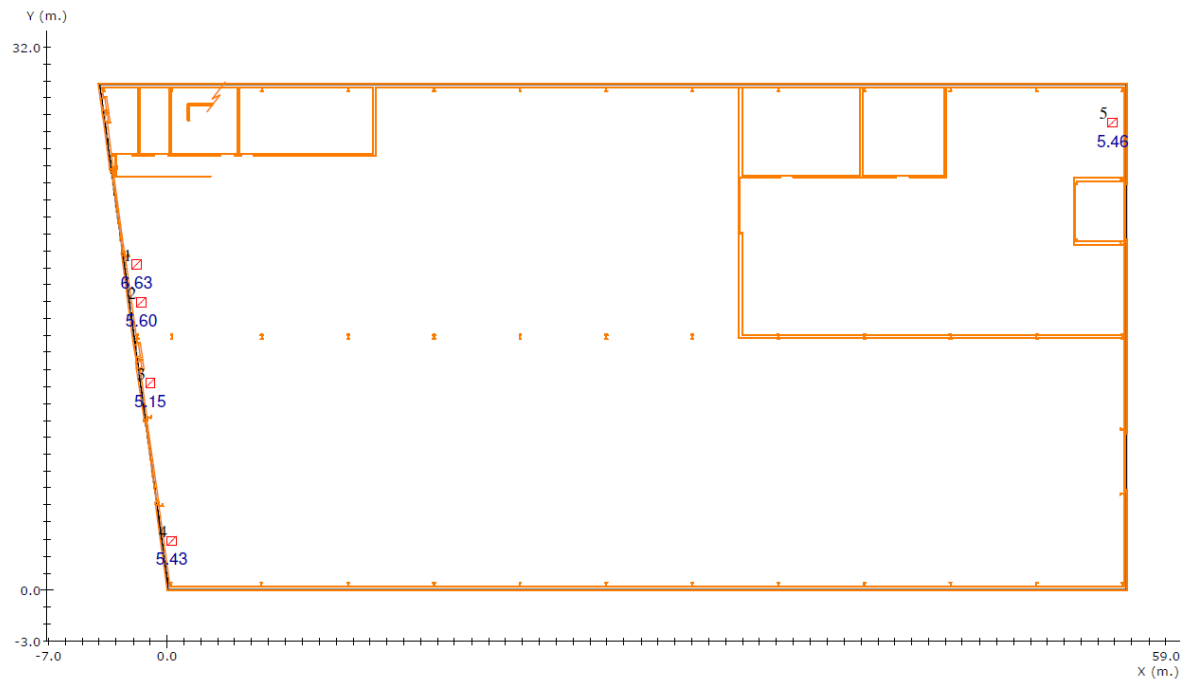


Imagen 47. Situación de los cuadros eléctricos (Planta baja).

Los resultados de alumbrado de emergencia sobre los cuadros eléctricos se muestran en la Tabla 73.

Nº	Coordenadas				Objetivo (lx)	Resultado (lx)
	x (m)	y (m)	h (m)	γ (°)		
1	-1.79	19.20	1.20	-	5.00	6.63 (Horizontal)
2	-1.53	16.94	1.20	-	5.00	5.60 (Horizontal)
3	-0.99	12.19	1.20	-	5.00	5.15 (Horizontal)
4	0.28	2.90	1.20	-	5.00	5.43 (Horizontal)
5	55.83	27.53	1.20	-	5.00	5.46 (Horizontal)

Tabla 73. Resultados de alumbrado de emergencia sobre los cuadros eléctricos.

3.2.3 Cálculos de alumbrado de emergencia en la Planta primera

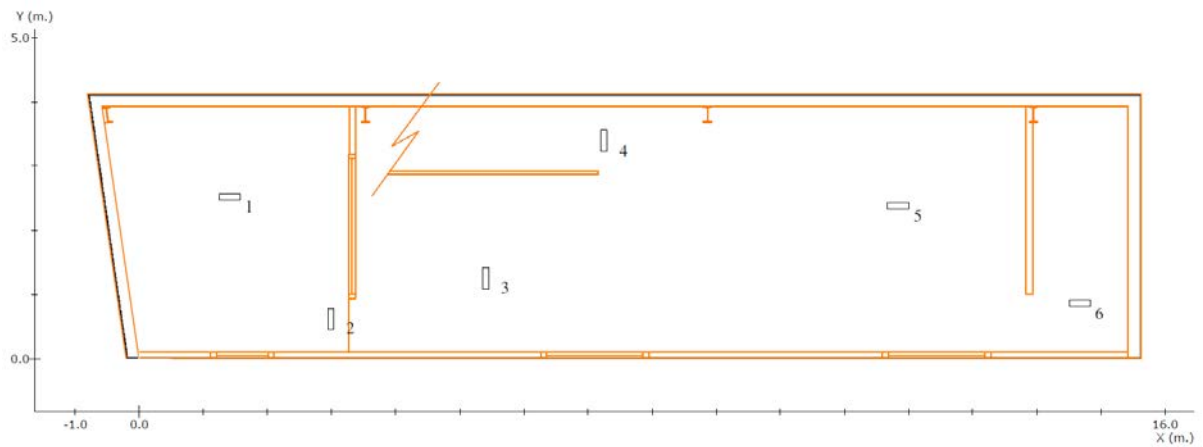


Imagen 48. Situación de las luminarias de emergencia (Planta primera).

Nº	Referencia	Coordenadas					
		x	y	h	γ	α	β
1	HYDRA LD N2	1.42	2.51	2.80	180	0	0
2	HYDRA LD N2	2.99	0.62	2.80	-90	0	0
3	HYDRA LD N2	5.40	1.25	2.80	-90	0	0
4	HYDRA LD N2	7.25	3.39	2.80	-90	0	0
5	HYDRA LD N2	11.84	2.37	2.80	180	0	0
6	HYDRA LD N2	14.67	0.83	2.80	-180	0	0

Tabla 74. Posición y ángulos de las luminarias de emergencia (Planta primera).

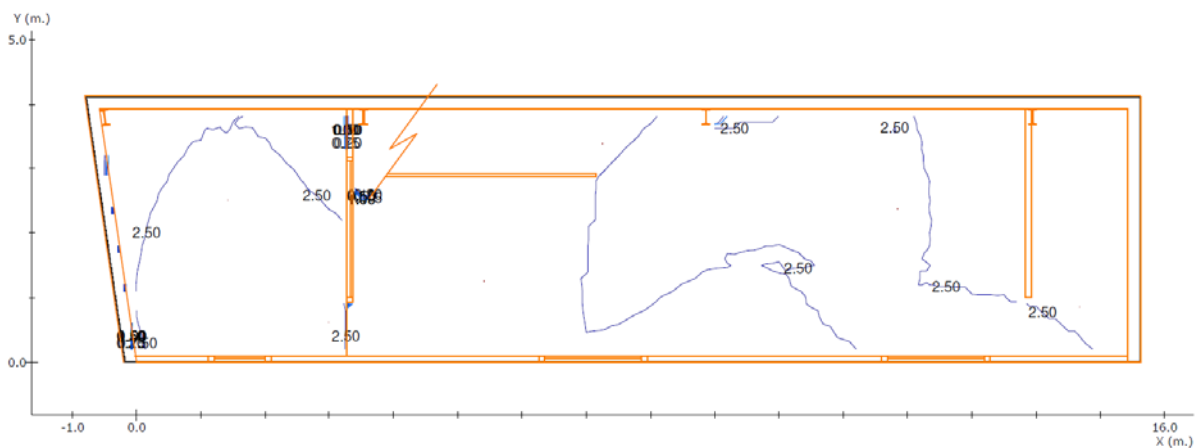


Imagen 49. Curvas isolux en el plano a 0.00 m (Planta primera).

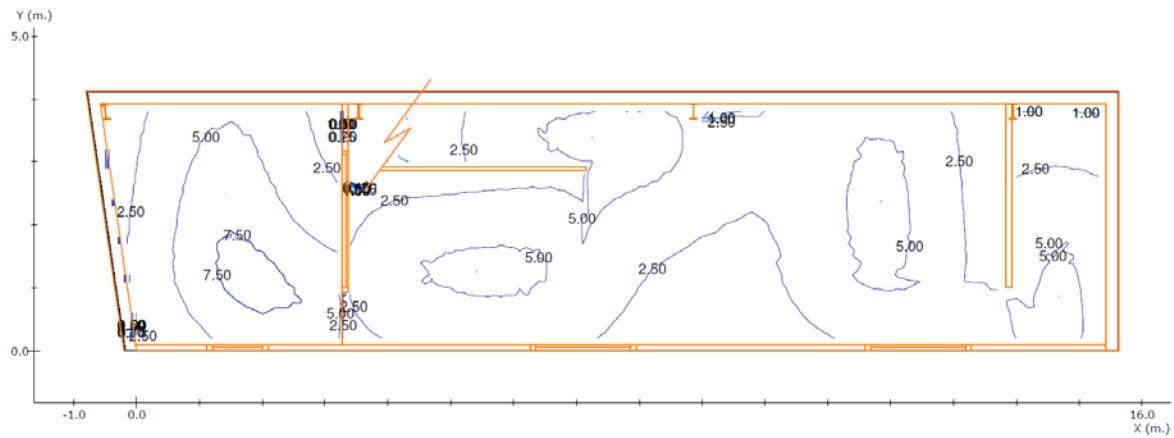


Imagen 50. Curvas isolux en el plano a 1.00 m (Planta primera).

Resultado del alumbrado antipánico en el volumen de 0.00 a 1.00 m:

	Objetivos	Resultados
Superficie cubierta	Con 0.50 lux o más	91.70 % de 60.70 m ²
Uniformidad	40.0 mx/mn.	16.30 mx/mn
Lúmenes / m ²	-	9.90 lm/m ²

Tabla 75. Resultado del alumbrado antipánico en el volumen de 0.00 m a 1.00 m (Planta primera).

3.2.3.1 Alumbrado de emergencia en los recorridos de evacuación (Planta primera)

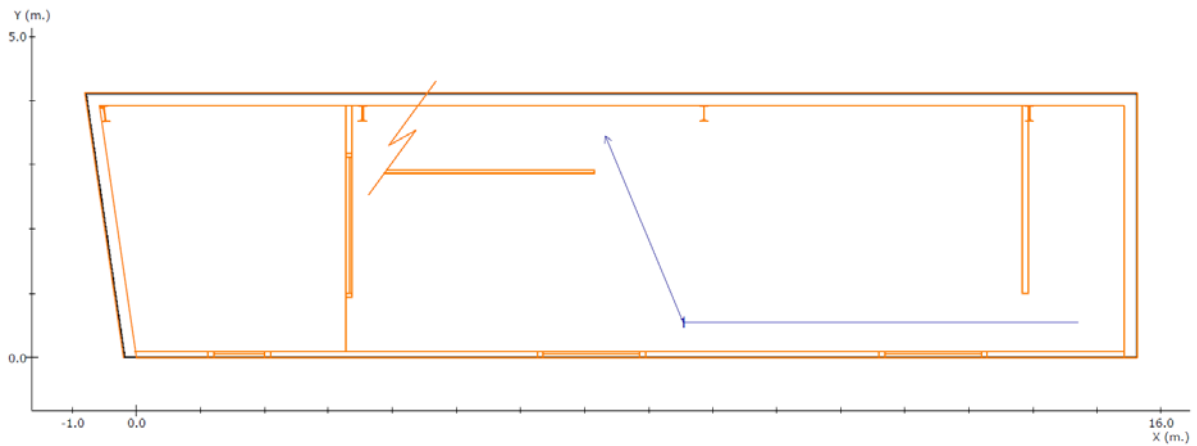


Imagen 51. Recorrido de evacuación 1 (Planta primera).

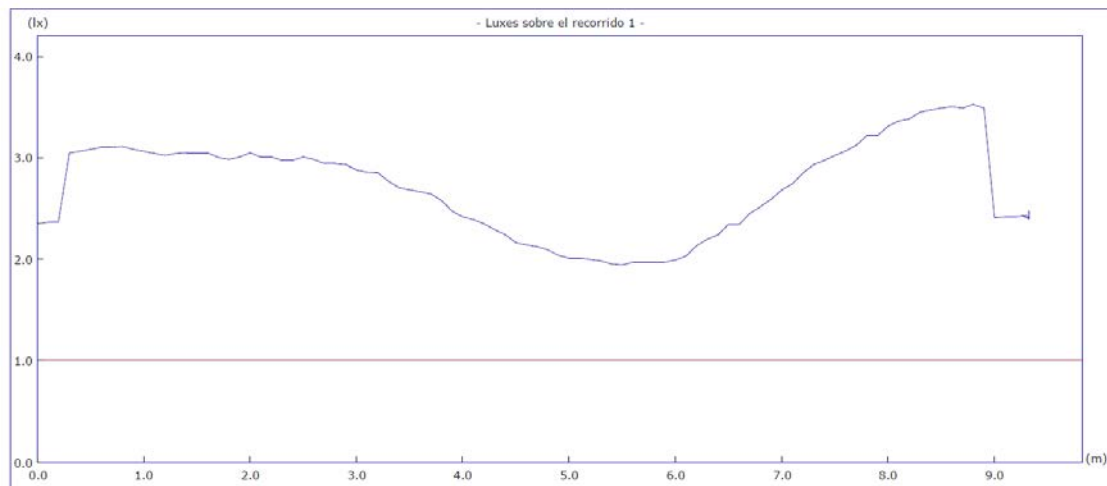


Imagen 52. Luxes sobre el recorrido de evacuación 1 (Planta primera).

Altura del plano de medida: 0.00 m; resolución del cálculo: 0.10 m; factor de mantenimiento: 1.00

	Objetivos	Resultados
Uniformidad en recorrido	40.00 mx/mx	1.80 mx/mn
lux. mínimos	1.00 lux	1.94 lux
lux. máximos	-	3.52 lux
Longitud cubierta	Con 1.00 lux o más	100.00 %

Tabla 76. Resultados del alumbrado para el recorrido de evacuación 1 (Planta primera).

3.2.3.2 Alumbrado sobre los cuadros eléctricos (Planta primera)

En la primera planta no hay ningún cuadro eléctrico situado.

4. Cálculos eléctricos: alumbrado y fuerza motriz

4.1 Sistema de instalación elegido en cada zona y sus características

Los modos de instalación se han elegido de acuerdo con la Tabla 52-B2 de la norma UNE 204060-5-523, que relaciona los modos de instalación con una instalación “tipo”.

Los modos utilizados en el presente proyecto son los siguientes:

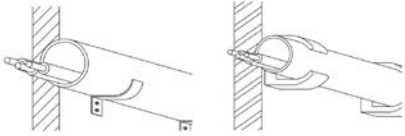
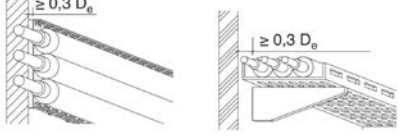
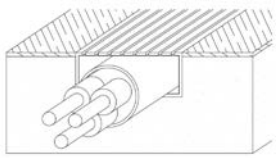
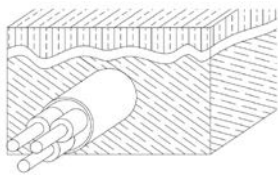
Modos de instalación	Descripción	Tipo	Línea
	Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados a una distancia inferior a 0.3 veces el diámetro del conductor de ella.	B1	L4.1, L4.2, L4.3, L4.4, L4.5
	Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre bandejas de cables perforadas.	E o F	L1, L1.2, L1.4, L2, L2.1, L2.2, L2.3, L2.4, L2.11; L3, L3.1-L3.11; L4, L5, L6.
	Cables unipolares o multipolares en canalizaciones abiertas o ventiladas de recorrido horizontal o vertical.	B1	L1.1, L1.3; L2.5, L2.6, L2.7, L2.8, L2.9, L2.10
	Cables unipolares o multipolares enterrados.	D	DI

Tabla 77. Sistema de instalación elegido en cada zona.

4.2 Cálculo de la sección de los conductores

El cálculo de la sección de los conductores de las líneas eléctricas viene determinado por dos criterios principales:

- a) Intensidad máxima admisible de los conductores;
- b) caída máxima de tensión.

El primer criterio es el determinante para líneas de poca longitud y mucha corriente; el segundo para mayores longitudes o caídas de tensión admisibles pequeñas.

4.2.1 Cálculo de la intensidad de dimensionamiento de la línea

Para líneas monofásicas:

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

Para líneas trifásicas:

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}}$$

Donde:

I_b : intensidad de línea (A);

P: potencia máxima prevista en régimen permanente (W);

U: tensión nominal en monofásico (230V) o en trifásico (400V);

$\cos \varphi$: factor de potencia estimado o conocido de la carga.

En el caso particular de los motores, según la ITC-BT-47 los conductores que alimenten a un motor deben estar dimensionados para soportar el 125% de la intensidad nominal del motor con el fin de prever los picos de arranque. Cuando una línea alimenta a varios motores simultáneamente, debe ser capaz de soportar la suma del 125% de la intensidad del motor de mayor potencia más las intensidades nominales del resto de motores.

Por otro lado, según la ITC-BT-29, la intensidad admisible de los conductores debe reducirse en un 15% respecto al valor correspondiente convencional en aquellas líneas situadas en zonas con riesgo de incendio o explosión.

Además, se aplicarán los factores correspondientes por agrupamiento de circuitos necesarios según la UNE 20460-5-523.

4.2.2 Cálculo de la caída de tensión

Para líneas monofásicas:

$$e(\%) = \frac{L \cdot P \cdot \rho}{C \cdot S \cdot U^2} \cdot 100$$

Para líneas trifásicas:

$$e(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P \cdot \rho}{S \cdot U^2} \cdot 100$$

Donde:

e: caída de tensión (%);

L: longitud de la línea (m);

P: potencia máxima prevista en régimen permanente (W);

ρ : resistividad del cobre ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$);

S: sección de la línea (mm^2);

U: tensión nominal en monofásico (230V) o en trifásico (400V).

Se ha considerado a la hora de dimensionar una caída de tensión máxima del 2 % en las líneas que alimentan a los cuadros secundarios.

En la Tabla 78 se muestran los resultados obtenidos de dimensionado de las líneas y sus caídas de tensión.

Línea	Cond/ Ais.	Tipo Inst.	cos φ	I _B (A)	I _Z (A)	S _{FASE} (mm ²)	S _N (mm ²)	S _{PE} (mm ²)	e (%)	e _{máx} (%)
DI	Cu; XLPE3	D	0.95	548.75	746.66	2x(240)	2x(120)	2x(120)	0.27	1.5
L1	Cu; XLPE3	F	0.95	71.94	104.4	25	25	16	0.40	2.00
L1.1	Cu; XLPE3	B1	0.85	12.74	16.10	2.5	-	2.5	1.02	3.00
L1.2	Cu; XLPE3	E	0.85	53.06	84.15	25	-	16	0.43	3.00
L1.3	Cu; XLPE2	B1	1.00	39.13	45.5	10	10	10	1.55	3.00
L1.4	Cu; XLPE2	F	0.95	5.03	53.10	6	6	6	0.87	1.00
L2	Cu; XLPE3	F	0.95	397.46	441.00	240	240	120	0.31	2.00
L2.1	Cu; XLPE3	E	0.85	42.45	55.46	16	-	16	0.18	3.00
L2.2	Cu; XLPE3	E	0.85	42.45	55.46	16	-	16	0.27	3.00
L2.3	Cu; XLPE3	E	0.85	76.41	87.34	35	-	16	0.52	3.00
L2.4	Cu; XLPE3	E	0.85	76.41	87.34	35	-	16	0.73	3.00
L2.5	Cu; XLPE3	B1	0.85	15.28	16.10	2.5	2.5	2.5	0.51	3.00
L2.6	Cu; XLPE3	B1	0.85	15.28	16.10	2.5	2.5	2.5	1.03	3.00
L2.7	Cu; XLPE3	B1	0.85	84.90	101.5	50	-	25	0.34	3.00
L2.8	Cu; XLPE3	B1	0.85	84.90	101.5	50	-	25	0.40	3.00
L2.9	Cu; XLPE3	B1	0.85	33.96	51.10	16	16	16	0.71	3.00
L2.10	Cu; XLPE3	B1	0.85	33.96	51.10	16	16	16	0.89	3.00
L2.11	Cu; XLPE2	F	0.95	7.32	61.5	10	10	10	0.82	1.00
L3	Cu; XLPE3	F	0.95	146.36	201.6	70	70	35	1.47	2.00
L3.1	Cu; XLPE3	E	0.85	74.29	82.50	25	-	16	0.39	3.00
L3.2	Cu; XLPE3	E	0.85	21.26	27.00	4	-	4	0.71	3.00
L3.3	Cu; XLPE3	E	0.85	6.37	19.87	2.5	-	2.5	0.43	3.00
L3.4	Cu; XLPE3	F	1.00	8.66	61.50	10	10	10	0.25	3.00
L3.5	Cu; XLPE3	E	0.85	10.61	16.89	2.5	-	2.5	1.14	3.00
L3.6	Cu; XLPE3	E	0.85	13.58	19.88	2.5	2.5	2.5	0.68	3.00

Línea	Cond/ Ais.	Tipo Inst.	cos φ	I _B (A)	I _Z (A)	S _{FASE} (mm ²)	S _N (mm ²)	S _{PE} (mm ²)	e (%)	e _{máx} (%)
L3.7	Cu; XLPE2	F	1.00	13.04	44.25	6	6	6	1.29	3.00
L3.8	Cu; XLPE3	E	0.85	5.94	27.00	4	-	4	0.30	3.00
L3.9	Cu; XLPE3	E	0.85	19.10	22.95	4	-	4	1.60	3.00
L3.10	Cu; XLPE3	F	1.00	17.39	44.25	10	10	10	1.37	3.00
L3.11	Cu; XLPE2	F	0.95	8.15	76.00	10	10	10	0.92	1.00
L4	Cu; XLPE2	F	0.95	43.89	99.00	16	16	16	1.64	2.00
L4.1	Cu; PVC2	B1	1.00	20.87	36.00	6	6	6	1.89	3.00
L4.2	Cu; PVC2	B1	1.00	27.39	50.00	10	10	10	1.73	3.00
L4.3	Cu; PVC2	B1	1.00	6.08	21.00	2.5	2.5	2.5	0.44	3.00
L4.4	Cu; PVC2	B1	0.85	18.41	36.00	6	6	6	1.65	3.00
L4.5	Cu; PCV2	B1	0.95	2.33	21	2.5	2.5	2.5	0.80	1.00
L5	Cu; XLPE3	E	0.85	27.59	39.10	6	-	6	0.46	5.00
L6	Cu; XLPE3	E	-	198.46	214	70	70	35	-	5.00

Tabla 78. Cálculos de dimensionamiento de las líneas.

5. Cálculo de las protecciones a instalar en las diferentes líneas generales y derivadas

En primer lugar, se tendrá que calcular el valor de las impedancias de cortocircuito que representan todos los elementos aguas arriba del cortocircuito: la impedancia de la red, la impedancia del transformador y las de las diferentes líneas.

Cálculo de la impedancia de la red

La impedancia de la red que hay aguas arriba del transformador del centro de transformación se puede calcular según la expresión:

$$Z_{RED} = 1,1 \times \frac{U_L^2}{S_K''}$$

Donde:

U_L: tensión de línea (V);

S_K'': potencia aparente que cede la red cuando se cortocircuita (MVA); se considera 350 MVA.

Para obtener el valor de las componentes de la resistencia y la reactancia se emplean las siguientes expresiones:

$$R_{RED} = 0.1 \cdot Z_{RED}$$

$$X_{RED} = 0.995 \cdot Z_{RED}$$

Cálculo de la impedancia del transformador

La impedancia del transformador se puede calcular según la expresión:

$$Z_{TR} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}$$

Donde:

Z_{TR} : Impedancia del transformador (Ω);

R_{cc} : resistencia de cortocircuito (Ω);

X_{cc} : reactancia de cortocircuito (Ω).

Z_{TR} viene establecida por las componentes inductiva y resistiva de los devanados del transformador, causantes de sus caídas de tensión; se calculan mediante las expresiones siguientes:

$$R_{CC} = \frac{\varepsilon_{RCC}}{100} \cdot \frac{U_L^2}{S_N}$$

$$X_{CC} = \frac{\varepsilon_{XCC}}{100} \cdot \frac{U_L^2}{S_N}$$

Los datos del transformador que se tiene en la instalación son:

$S_N = 630 \text{ kVA}$; $\varepsilon_{RCC} = 2.5 \%$; $\varepsilon_{XCC} = 3.5 \%$

Cálculo de la impedancia de las líneas

Se emplearán las siguientes expresiones:

$$Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2}$$

$$R_L = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

$$X_L = x \cdot L \quad (*)$$

Donde:

Z_L impedancia de la línea (Ω);

R_L resistencia de la línea (Ω);

X_L reactancia de la línea (Ω);

ρ resistividad del conductor ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$);

L longitud de la línea (m);

S sección de los conductores de la línea (mm^2).

(*) La reactancia solo se tendrá en cuenta en aquellas líneas con sección mayor a 120 mm^2 y se tomará como valor de $x = 0.08$ (Ω/km), para el resto de líneas se considera despreciable.

Se calculan los valores de las R y las X de cada línea y equipo, así como las del transformador y la red de MT. Se obtiene como resultado los valores mostrados en la Tabla 79.

Línea	R (mΩ)	X (mΩ)
Red	0.05	0.50
Transformador	6.35	8.89
DI	1.86	2.00
L1	21.43	0.00
L1.1	428.57	0.00
L1.2	42.86	0.00
L1.3	71.43	0.00
L1.4	327.38	0.00
L2	2.98	1.60
L2.1	22.32	0.00
L2.2	33.48	0.00
L2.3	35.71	0.00
L2.4	51.02	0.00
L2.5	142.86	0.00
L2.6	285.71	0.00
L2.7	21.43	0.00
L2.8	25.00	0.00
L2.9	89.28	0.00
L2.10	111.60	0.00
L2.11	214.28	0.00
L3	38.26	0.00
L3.1	28.57	0.00
L3.2	178.57	0.00
L3.3	357.14	0.00
L3.4	107.14	0.00
L3.5	571.42	0.00
L3.6	214.29	0.00
L3.7	178.57	0.00
L3.8	267.86	0.00
L3.9	446.43	0.00
L3.10	142.86	0.00
L3.11	214.29	0.00
L4	34.72	0.00
L4.1	138.89	0.00
L4.2	97.22	0.00
L4.3	111.11	0.00
L4.4	162.03	0.00
L4.5	555.56	0.00
L5	89.29	0.00
L6	5.10	0.00

Tabla 79. Resistencias y reactancias de cortocircuito.

Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para líneas trifásicas:

$$I_{CC} = \frac{U_L / \sqrt{3}}{Z_K}$$

Para líneas monofásicas:

$$I_{CC} = \frac{U_L}{Z_K}$$

Donde:

$$Z_K = \sqrt{R_K^2 + X_K^2}$$

$$R_K = R_{RED} + R_{CC\ Trafo} + \sum R_L$$

$$X_K = X_{RED} + X_{CC\ Trafo} + \sum X_L$$

5.1 Sobrecarga

Para instalaciones eléctricas de baja tensión, la norma UNE 20460-4 establece que un conductor se considera protegido adecuadamente frente a sobrecarga si se cumplen las dos condiciones siguientes:

$$\text{Condición 1: } I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$\text{Condición 2: } I_2 \leq 1.45 I_Z$$

Donde:

I_B : intensidad de diseño del dimensionamiento de la línea;

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección o intensidad de ajuste en los aparatos que dispongan de esa posibilidad;

I_Z : intensidad máxima admisible del conductor;

I_2 : intensidad convencional de funcionamiento del aparato de protección (intensidad convencional de disparo en interruptores automáticos o intensidad convencional de fusión en los fusibles).

Si la protección se realiza mediante un interruptor automático industrial que cumple la norma UNE-EN 60947-2, el valor de I_2 se obtendrá como $I_2 = 1.3 I_n$; mientras que si se realiza mediante un interruptor automático para aplicaciones domésticas y análogas que cumple la norma UNE-EN-60898, se obtendrá como $I_2 = 1.45 I_n$. El fabricante garantiza que se cumple la segunda condición, por lo tanto, solo será necesario comprobar la primera.

Cuando la protección se realice mediante un fusible tipo gG normalizado según la norma UNE-EN-60269, cuya instalación se realiza en nuestro caso en la CPM, el valor de I_2 será $I_2 = 1.6 I_n$; en este caso, sí es necesario comprobar que se cumpla la segunda condición.

5.2 Cortocircuitos

Para instalaciones eléctricas de baja tensión, la norma UNE 20460-4 establece que un conductor se considera protegido adecuadamente frente a cortocircuitos si se cumplen las condiciones siguientes:

$$\text{Condición 1: } I_{CC \text{ máx}} \leq PdC$$

$$\text{Condición 2: } I_a < I_{CC \text{ mín}}$$

Donde:

I_a : corriente de disparo magnético (en el caso de los interruptores automáticos) o corriente de fusión a 5 segundos (en el caso de los fusibles);

$I_{CC \text{ máx}}$: corriente máxima de cortocircuito;

$I_{CC \text{ mín}}$: corriente mínima de cortocircuito;

PdC : poder de corte del dispositivo de protección.

Para la CGP se realiza el diseño de los fusibles que se instalarán en su interior. En el resto de las líneas de la instalación interior se han utilizado interruptores automáticos como protección contra sobrecargas y cortocircuitos; en la Tabla 80 se recogen los cálculos que se han realizado verificando que se cumplen las condiciones necesarias para garantizar una correcta protección de las líneas.

Línea	I _B (A)	I _Z (A)	I _{CCmáx} (kA)	I _{CCmín} (kA)	I _n (o I _r)	Nº polos	PdC (kA)	Curva	I _a (kA)	I ₂ (A)
DI	2 x 274.37	2 x 373.33	21.13	16.93	315	-	25	-	-	504.00
DI	548.75	746.66	21.13	16.93	630	4	25	C	6.00	-
L1	71.94	104.4	16.93	7.31	100	4	20	C	1.00	-
L1.1	12.73	16.10	7.31	0.50	16	3	10	D	0.22	-
L1.2	53.06	84.15	7.31	3.15	63	3	10	D	0.88	-
L1.3	39.13	45.50	7.31	1.33	40	2	10	C	0.40	-
L1.4	5.03	53.1	7.31	0.34	10	2	10	C	0.10	-
L2	397.46	441.00	16.93	13.77	400	4	20	C	4.00	-
L2.1	42.45	55.46	13.77	6.45	50	3	15	D	0.70	-
L2.2	42.45	55.46	13.77	4.97	50	3	15	D	0.70	-
L2.3	76.41	87.34	13.77	4.75	80	3	15	D	1.12	-
L2.4	76.41	87.34	13.77	3.63	80	3	15	D	1.12	-
L2.5	15.28	16.10	13.77	1.49	16	4	15	C	0.16	-
L2.6	15.28	16.10	13.77	0.77	16	4	15	C	0.16	-
L2.7	84.90	101.50	13.77	6.61	100	3	15	D	1.40	-
L2.8	84.90	101.50	13.77	6.03	100	3	15	D	1.40	-
L2.9	33.96	51.10	13.77	2.28	40	4	15	C	0.40	-
L2.10	33.96	51.10	13.77	1.87	40	4	15	C	0.40	-
L2.11	7.32	61.50	13.77	0.52	10	2	15	C	0.10	-
L3	146.36	201.60	16.93	4.84	160	4	20	C	1.60	-
L3.1	74.29	82.50	4.84	3.04	80	3	6	D	1.12	-
L3.2	21.22	27.00	4.84	1.02	25	3	6	D	0.35	-
L3.3	6.37	19.87	4.84	0.57	10	3	6	D	0.14	-
L3.4	8.66	61.50	4.84	0.88	32	4	6	C	0.32	-
L3.5	10.61	16.89	4.84	0.37	16	3	6	D	0.22	-
L3.6	13.58	19.86	4.84	0.88	16	4	6	D	0.22	-
L3.7	13.04	44.25	4.84	0.57	16	2	6	C	0.16	-
L3.8	5.94	27.00	4.84	0.73	10	3	6	D	0.14	-
L3.9	19.10	22.95	4.84	0.47	20	3	6	D	0.28	-
L3.10	17.39	44.25	4.84	0.69	20	2	6	C	0.20	-
L3.11	8.15	76.00	4.84	0.48	10	2	6	C	0.10	-
L4	25.23	99.00	16.93	5.19	50	2	20	C	0.50	-
L4.1	20.86	36.00	5.19	0.72	25	2	10	C	0.25	-
L4.2	27.39	50.00	5.19	0.97	32	2	10	C	0.32	-
L4.3	6.09	21.00	5.19	0.87	10	2	10	C	0.10	-
L4.4	18.41	36.00	5.19	1.13	25	2	10	D	0.28	-
L4.5	2.33	21.00	5.19	0.20	10	2	10	C	0.10	-
L5	27.59	39.10	16.94	2.35	32	3	20	D	0.45	-

Tabla 80. Cálculos de las protecciones frente a sobrecargas y cortocircuitos de cada línea.

6. Cálculo del sistema de protección contra contactos indirectos

6.1 Cálculo de puesta a tierra

El valor de la puesta a tierra de las masas de baja tensión se calcula a partir de la sensibilidad de los diferenciales utilizados en la instalación y de la tensión límite de contacto.

$$R_T \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}}$$

Donde:

U_L tensión límite de contacto (50 V para locales secos);

$I_{\Delta n}$ sensibilidad del diferencial de mayor valor $I_{\Delta n}$ utilizado en la instalación (mA).

Para una tensión límite de contacto de 50 V y una sensibilidad de los diferenciales de 300 mA se obtiene que el valor de R_T debe ser menor o igual a 166.67 Ω . Debido a que conviene considerar un margen de seguridad, se proyectará un valor de la resistencia al menos cuatro veces menor que el requerido; un valor adecuado será entre 30 y 40 Ω .

Como electrodos en la puesta a tierra de las masas del presente proyecto se emplean picas verticales de cobre (de 15 mm de diámetro) hincadas en el terreno.

El terreno está formado por margas y arcillas compactas, por tanto, se toma un valor de resistividad $\rho = 150 (\Omega \cdot m)$.

Para estimar la resistencia de tierra en función de las características del electrodo se tiene la siguiente expresión:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$);

L : longitud de la pica (m).

Para la agrupación de picas en paralelo se utiliza la siguiente expresión:

$$R_P = k \cdot \frac{R_{1p}}{n}$$

Donde $k = 1$ si las picas están suficientemente alejadas unas de otras, como es el caso que se proyecta donde se tiene suficiente espacio para ello.

Se utilizarán dos picas de dos metros de longitud, cuya puesta a tierra resultante será de $R_T = 37.5 \Omega$.

6.2 Cálculo de los condensadores, corrección del factor de potencia

En el presente proyecto se realiza una compensación centralizada o global; se instalará una batería automática de condensadores común a toda la instalación compuesta por diversos escalones que se conectan dependiendo de la demanda de potencia reactiva de la instalación en cada momento.

Debido a que se conoce el funcionamiento que tendrá la instalación, sus consumos y el factor de simultaneidad, se puede realizar una previsión de la potencia reactiva que consumirá la instalación y, por tanto, la que hace falta compensar.

En primer lugar, se calcula la potencia activa y reactiva total de la instalación:

$$P_T = \sum P$$

$$Q_T = P \cdot \tan(\cos^{-1} \varphi)$$

Se obtiene una $P_T = 409.89 \text{ kW}$ y una $Q_T = 242.08 \text{ kVAr}$.

Se tiene un factor de potencia de 0,85. Como se quiere conseguir un factor de potencia de 0,95, la batería de condensadores a instalar se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_C = P_T \cdot (\tan(\cos^{-1} 0.85) - \tan(\cos^{-1} 0.95))$$

Se obtiene un valor $Q_C = 119.29 \text{ kVAr}$. Por tanto, para conseguir un factor de potencia en la instalación de 0,95 se tendrá que instalar una batería que como mínimo tenga 119.29 kVAr y como máximo 242.08 kVAr para evitar que el factor de potencia de la instalación pase a ser capacitivo.

Como resultado, se instalará una batería de condensadores de 137.50 kVAr.

ANEXO II. CATÁLOGOS

1. Cables

1.1 Ficha técnica cable TOPCABLE RV-K





POWERFLEX RV-K ULTRA

Cable flexible de potencia para uso industrial.

IEC 60502-1 - UNE 21123-2

DISEÑO

1. Conductor

Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228

2. Aislamiento

Poliétileno reticulado (XLPE).

La identificación normalizada de los conductores aislados es la siguiente:

1 x	Natural
2 x	Azul + Marrón
3 G	Azul + Marrón + Amarillo/Verde
3 x	Marrón + Negro + Gris
3 x + 1 x	Marrón + Negro + Gris + Azul (sección reducida)
4 G	Marrón + Negro + Gris + Amarillo/Verde
4 x	Marrón + Negro + Gris + Azul
5 G	Marrón + Negro + Gris + Azul + Amarillo/Verde

3. Cubierta

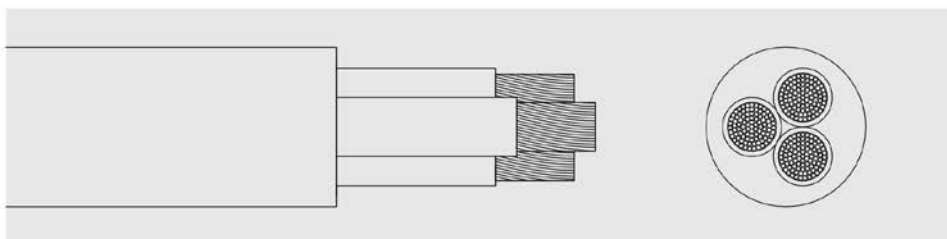
PVC flexible de color negro.



APLICACIONES

El cable Powerflex RV-K es un cable flexible de potencia diseñado para satisfacer los requisitos industriales más exigentes: conexiones industriales de baja tensión, redes urbanas, instalaciones en edificios, etc. Su flexibilidad lo hace particularmente adecuado en trazados difíciles. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado en todo tipo de condiciones ambientales: zonas húmedas y secas, instalación al aire libre, enterrado, e incluso sumergido en agua (AD7), sin que perjudique la vida útil del cable.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 0,6/1kV



Norma de referencia

IEC 60502-1 - UNE 21123-2



ITC y certificaciones

ITC: 9/20/30/31

Certificados:

CE
SEC
BUREAU VERITAS
AENOR
RoHS
KEMA-KEUR



E_{ca}



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)
Temp. mínima de servicio: -40°C
(estático con protección).



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e
IEC 60332-1.
Reducida emisión de halógenos. Cloro < 15%.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 5 x diámetro exterior
Resistencia a los impactos: AG2 Medio



Características químicas

Resistencia a los ataques químicos: Buena
Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 211605.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD7 Inmersión



Otros

Marcaje: metro a metro



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.
Entubado.



Aplicaciones

Uso industrial.
Alumbrado exterior.



Embalaje

Disponible en rollos de 100m -con film retractilado-
y bobinas.



1.2 Ficha técnica cable TOPCABLE H07V-K



TOPFLEX V-K H05V-K & H07V-K

Cableado de cuadros eléctricos y uso doméstico.

UNE-EN 50525-2-31 / IEC 60227-3

DISEÑO



1. Conductor

Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228

2. Aislamiento

PVC flexible extra deslizante.

La identificación normalizada de los conductores aislados es la siguiente:

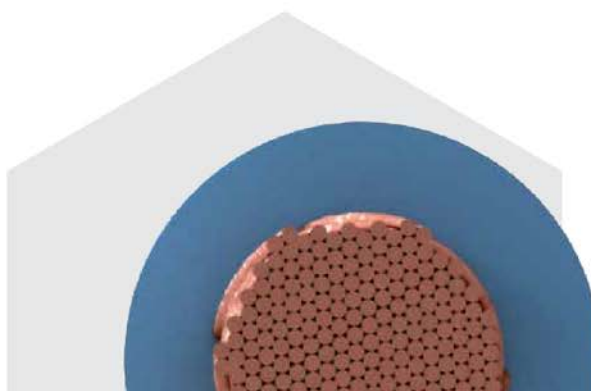
Azul	RAL 5015
Marrón	RAL 8003
Negro	RAL 9005
Rojo	RAL 3000
Amarillo/Verde	RAL 1021 / RAL 6018
Gris	RAL 7000
Azul Oscuro	RAL 5003
Blanco	RAL 9010
Naranja	RAL 2003
Violeta	RAL 4005

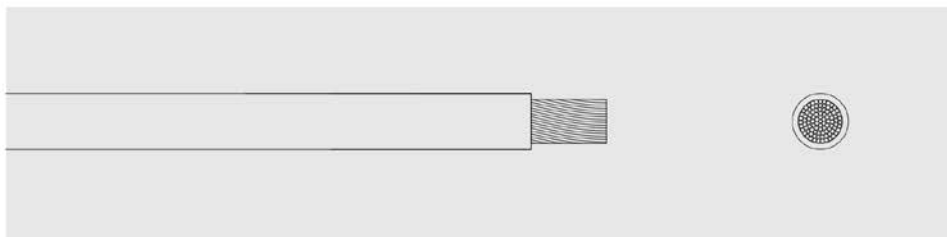
Otros colores disponibles bajo demanda.



APLICACIONES

El cable TopFlex H05V-K y H07V-K ha sido especialmente diseñado para instalaciones de trazado complejo que requieren un cable flexible. Este cable es especialmente adecuado para cableado doméstico. También puede ser usado para cableado de equipos, distribuidores, armarios e iluminación. Adicionalmente, se recomienda su uso para instalación en falsos techos. Los cables hasta 1 mm² son especialmente adecuados para señalización y control.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 300/500 V · 450/750 V

Tensión Nominal:

H05V-K (hasta 1 mm²): 300/500 V.

H07V-K (desde 1,5 mm²): 450/750 V.



Norma de referencia

UNE-EN 50525-2-31 / IEC 60227-3



ITC y certificaciones

ITC: 9/20/26/27/29/30/31/41

Certificados

CE

SEC

HAR

AENOR

RoHS



E_{ca}



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 70°C.

Temp. máxima en cortocircuito: 160°C (máximo 5 s)

Temp. mínima de servicio: -40°C.

(estático con protección).



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 5 x diámetro exterior.



Características químicas

Resistencia a los ataques químicos: aceptable.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD3 aspersión.



Otros

Marcaje: metro a metro (a partir de 10 mm²).



Condiciones de instalación

Entubado.



Aplicaciones

Interiores de viviendas.

Cableado de cuadros eléctricos.



Embalaje

Las secciones pequeñas (de 0,75 mm² hasta 6 mm²) se suministran en cajas de alta resistencia con colores diferenciados para cada sección (ver tabla inferior). Las secciones medias (de 10 mm² hasta 35 mm²) se suministran en rollos con film retractilado. Las secciones mayores (> 35 mm²) se suministran en bobinas.

GUÍA DE COLORES DE LAS CAJAS:

Colores	Sección	Longitud por Caja
Violeta	0,75 mm ²	100 m
Verde	1 mm ²	100 m ó 200 m
Rojo	1,5 mm ²	100 m ó 200 m
Azul	2,5 mm ²	100 m ó 200 m
Marrón	4 mm ²	100 m ó 200 m
Gris	6 mm ²	100 m ó 200 m



1.3 Ficha técnica TOPCABLE RZ1MZ1-K (AS)



TOXFREE ZH RZ1MZ1-K (AS)

Cable armado en corona, libre de halógenos (ATEX).

IEC 60502-1 / UNE 21123-4

DISEÑO

1. Conductor

Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228

2. Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE).

La identificación normalizada de los conductores aislados es la siguiente:

1 x	Natural
2 x	Azul + Marrón
3 G	Azul + Marrón + Amarillo/Verde
3 x	Marrón + Negro + Gris
4 G	Marrón + Negro + Gris + Amarillo/Verde
4 x	Marrón + Negro + Gris + Azul
5 G	Marrón + Negro + Gris + Azul + Amarillo/Verde

3. Asiento

Polioléfina ignifugada, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.

4. Armadura

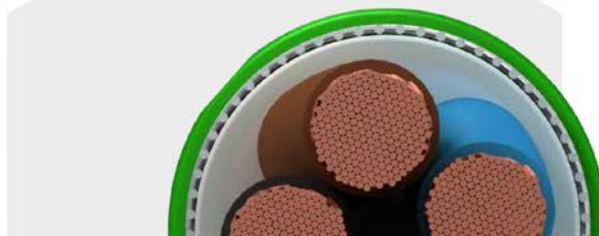
Armadura de alambres de acero galvanizados, colocados en hélice sobre el asiento. En los cables unipolares (tipo RZ1MAZ1-K) se utilizan alambres de aluminio para reducir las pérdidas por corrientes inducidas en la armadura.

5. Cubierta

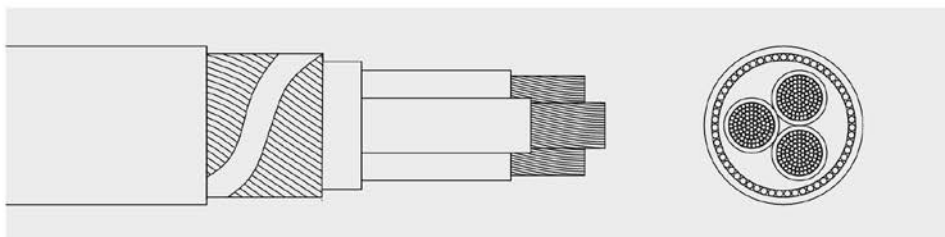
Polioléfina ignifugada, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Cable no propagador del incendio.

APLICACIONES

El Toxfree RZ1MZ1-K (AS) es un cable armado con una corona de alambres de acero, libre de halógenos, adecuado para instalaciones con riesgo de agresión mecánica severa, tendidos de grandes longitudes e instalación en locales con riesgo de incendio y explosión (según ITC-BT 29). Se recomienda su uso en lugares públicos, en locales con riesgo de incendio y explosión y en general en todas las instalaciones donde el cable esté sujeto a un riesgo de agresión mecánica (ATEX).



Este render es un ejemplo de las diversas configuraciones de este cable. Puede ser suministrado en diversas secciones y número de conductores.



CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 0,6/1kV



Norma de referencia

IEC 60502-1 / UNE 21123-4



ITC y certificaciones

ITC: 29/30

Certificados
CE
RoHS



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C
(estático con protección).



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
No propagación del incendio según UNE-EN 60332-3 e IEC 60332-3.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmisión luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 10 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG4. Muy fuerte.
Antirroedores.



Características químicas

Resistencia a los ataques químicos: aceptable.
Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 211605.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD5 chorros de agua.



Otros

Marcaje: metro a metro.



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.
Entubado.



Aplicaciones

Uso industrial.
Locales con riesgo de incendio o explosión (ATEX).



2. Luminarias

2.1 Luminaria PHILIPS CoreLine Campana



CoreLine Campana

BY120P G3 LED105S/840 PSU WB GR

Generation 3 - LED Module, system flux 10,500 lm - 840 blanco neutro - Fuente de alimentación - Haz ancho - GR

Tras el éxito de la presentación de CoreLine campana en 2013, la actualización a una nueva generación de LED ha mejorado aún más la reproducción del color y la eficiencia de la luminaria. Diseñada para sustituir a las luminarias convencionales con HPI 250/400 W, CoreLine campana proporciona a los usuarios todas las ventajas de la iluminación LED: calidad de luz fresca, larga vida útil de servicio y menores costes de energía y mantenimiento. Además, proporciona ventajas muy claras al instalador. La luminaria se puede instalar en la red existente. La conexión eléctrica es sencilla: no es necesario abrir la luminaria para su instalación ni su mantenimiento. Y como es más pequeña y ligera que las luminarias convencionales, se maneja muy fácilmente.

Datos del producto

Información general			
Número de fuentes de luz	1 [1 pieza]	Cable	Cord 0.5 m with cable connector 3-pole
Código familia de lámparas	LED105S [LED Module, system flux 10,500 lm]	Clase de protección IEC	Seguridad clase I
Ángulo del haz de fuente de luz	- °	Color RAL estándar	RAL7035 (7035)
Temperatura de color	840 blanco neutro	Test del hilo incandescente	Temperatura 650 °C, duración 5 s
Fuente de luz sustituible	No	Marca de inflamabilidad	F [F]
Número de unidades de equipo	1	Marca CE	Marcado CE
Driver/unidad de potencia/transformador	PSU [Fuente de alimentación]	Certificado ENEC	No
Driver incluido	Si	Flujo luminoso constante	No
Tipo de óptica	WB [Haz ancho]	Número de productos en MCB	11
Tipo lente/cubierta óptica	PC [Policarbonato]	Certificado RoHS	No
Apertura de haz de luz de la luminaria	100°	Operativos y eléctricos	
Connection	Unidad de conexión de 3 polos	Tensión de entrada	200-240 V

CoreLine Campana

Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Voltaje de señal de control	-
Corriente de arranque	46 A
Tiempo de irrupción	0.44 ms
Factor de potencia (mín.)	0.9

Controles y regulación

Regulable	No
-----------	----

Mecánicos y de carcasa

Material de la carcasa	Aluminio
Material del reflector	-
Material óptico	PC
Material cubierta óptica/lente	Polycarbonato
Material de fijación	-
Acabado cubierta óptica/lente	Clara
Longitud total	382 mm
Anchura total	379 mm
Altura total	141 mm
Diámetro total	379 mm

Aprobación y aplicación

Código de protección de entrada	IP65 [Protección frente a la penetración de polvo, protección frente a chorros de agua a presión]
Índice de protección frente a choque mecánico	IK07 [IK07]

Rendimiento inicial (conforme con IEC)

Flujo luminoso inicial	10500 lm
Tolerancia de flujo luminoso	+/-10%

Eficacia de la luminaria LED inicial	130.000 lm/W
Índice inic. de temperatura de color	4000 K
Inic. Índice de reproducción del color	≥90
Cromaticidad inicial	(0.38, 0.38) SDCM <5
Potencia de entrada inicial	85 W
Tolerancia de consumo de energía	+/-10%

Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)

Índice de fallos del driver 5.000 h	1 %
Vida útil media L70B50	50000 h
Vida útil media L80B50	30000 h
Vida útil media L90B50	15000 h

Condiciones de aplicación

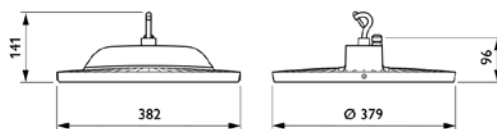
Rango de temperatura ambiente	-30 °C a +45 °C
Temperatura ambiente media	25 °C
Apta para encendidos y apagados aleatorios	Si

Datos de producto

Código de producto completo	871016330144000
Nombre de producto del pedido	BY120P G3 LED105S/840 PSU WB GR
EAN/UPC - Producto	8710163301440
Código de pedido	30144000
Cantidad por paquete	1
Numerador - Paquetes por caja exterior	1
N.º de material (12NC)	911401505331
Peso neto (pieza)	3.300 kg



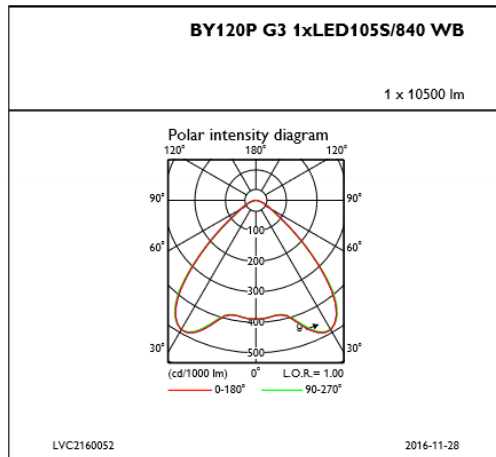
Plano de dimensiones



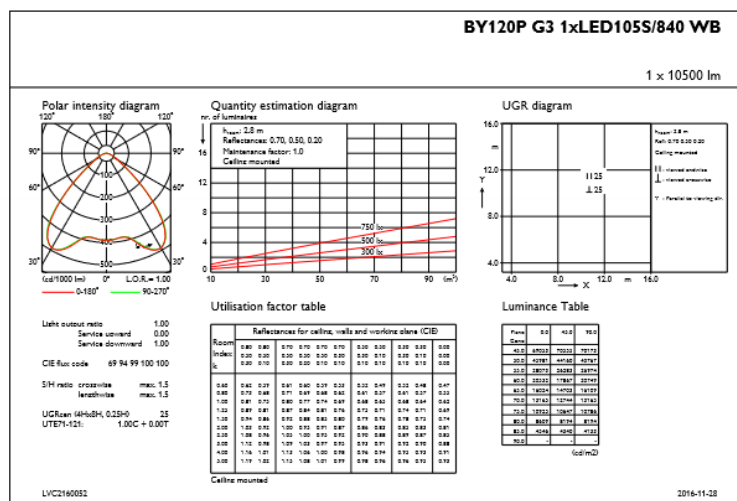
CoreLine High-bay BY120P/BY121P

CoreLine Campana

Datos fotométricos



IFPC1_BY120PG31xLED105S840WB



IFGU1_BY120PG31xLED105S840WB

2.2 Ficha técnica luminaria PHILIPS Maxos LED Performer



Maxos LED Performer

4MX900 491 LED75S/840 PSD WB WH

Maxos LED Performer - Generation 3 - 1 unidad para TL5-49W - LED Module, system flux 7500 lm - 840 - Unidad de fuente de alimentación con interfaz DALI - Haz ancho - WH

Los clientes desean ahorrar energía y reducir costes frente a la iluminación convencional. Al mismo tiempo, se necesitan unas condiciones de iluminación excelentes: en entornos industriales, para garantizar la seguridad y la productividad; y en entornos de venta al por menor para destacar la mercancía y atraer a los clientes. Maxos LED Performer es una solución muy flexible que ofrece un bajo consumo de energía y permite dar forma excelente al haz de luz con un nivel de inversión atractivo.

Datos del producto

Información general	
Número de fuentes de luz	1 [1 pieza]
Código familia de lámparas	LED75S [LED Module, system flux 7500 lm]
Ángulo del haz de fuente de luz	120 °
Temperatura de color	840 blanco neutro
Fuente de luz sustituible	No
Número de unidades de equipo	1
Driver/unidad de potencia/transformador	PSD [Unidad de fuente de alimentación con interfaz DALI]
Driver incluido	Si
Tipo de óptica	WB [Haz ancho]
Apertura de haz de luz de la luminaria	90°
Iluminación de emergencia	No [-]
Interfaz de control	DALI
Connection	Unidad de conexión de 5 polos

Cable	No
Clase de protección IEC	Seguridad clase I
Test del hilo incandescente	Temperatura 650 °C, duración 30 s
Marca de inflamabilidad	D [D]
Marca CE	Marcado CE
Certificado ENEC	Marcado ENEC
Periodo de garantía	5 años
Flujo luminoso constante	No
Número de productos en MCB	24
Certificado RoHS	ROHS
Product Family Code	4MX900 [Maxos LED Performer]

Operativos y eléctricos

Tensión de entrada	220-240 V
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz

Maxos LED Performer

Voltaje de señal de control	0-16 V DC DALI
Corriente de arranque	22 A
Tiempo de irrupción	0.275 ms
Factor de potencia (min.)	0.9

Controles y regulación

Regulable	Si
-----------	----

Mecánicos y de carcasa

Longitud de carril	491 [1 unidad para TL5-49W]
Material de la carcasa	Aluminio
Material del reflector	-
Material óptico	Polymethyl methacrylate
Material cubierta óptica/lente	Polimetileno metacrilato
Material de fijación	Steel
Acabado cubierta óptica/lente	Clara
Longitud total	1479 mm
Anchura total	87 mm
Altura total	82 mm

Aprobación y aplicación

Código de protección de entrada	IP40 [Protección de cables]
Índice de protección frente a choque mecánico	IK02 [IK02]

Rendimiento inicial (conforme con IEC)

Flujo luminoso inicial	7500 lm
Tolerancia de flujo luminoso	+/-10%
Eficacia de la luminaria LED inicial	127 lm/W
Índice inic. de temperatura de color	4000 K

Inic. índice de reproducción del color	≥80
Cromacidad inicial	(0.38, 0.38) SDCM <3.5
Potencia de entrada inicial	59 W
Tolerancia de consumo de energía	+/-10%

Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)

Índice de fallos del driver 5.000 h	1 %
Vida útil media L70B50	70000 h
Vida útil media L80B50	50000 h
Vida útil media L90B50	25000 h

Condiciones de aplicación

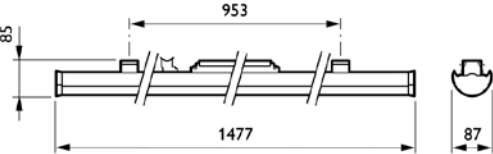
Rango de temperatura ambiente	-20 °C a +40 °C
Temperatura ambiente media	25 °C
Nivel máximo de regulación	1%
Apta para encendidos y apagados aleatorios	-

Datos de producto

Código de producto completo	403073286800799
Nombre de producto del pedido	4MX900 491 LED75S/840 PSD WB WH
EAN/UPC - Producto	4030732868007
Código de pedido	08800799
Cantidad por paquete	1
Numerador - Paquetes por caja exterior	2
N ° de material (12NC)	910629171326
Peso neto (pieza)	2.345 kg



Plano de dimensiones



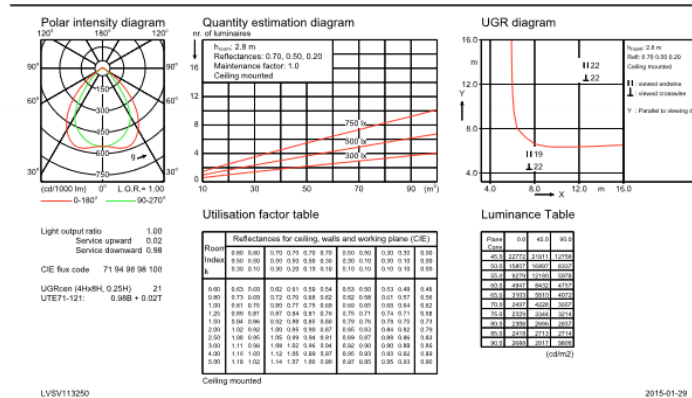
Maxos LED Performer 4MX900

Maxos LED Performer

Datos fotométricos

4MX900 G3 491 1xLED75S/840 PSD WB

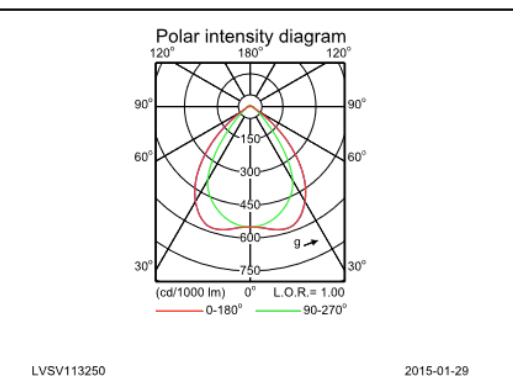
1 x 7500 lm



IFGU1_4MX900 G3 491 1xLED75S840 PSD WB.EPS

4MX900 G3 491 1xLED75S/840 PSD WB

1 x 7500 lm



IFPC1_4MX900 G3 491 1xLED75S840 PSD WB.EPS

2.3 Ficha técnica luminaria PHILIPS CoreLine SlimDownlight



CoreLine SlimDownlight

DN135B LED20S/840 PSU II WH

CoreLine SlimDownlight - LED Module, system flux 2000 lm - 840
blanco neutro - Fuente de alimentación - Seguridad clase II - WH

CoreLine SlimDownlight es una gama de luminarias empotradas extremadamente delgadas, diseñadas para reemplazar las luminarias downlight basadas en la tecnología de lámparas CFL-ni/CFL-I. El atractivo coste total de la propiedad facilita a los clientes el cambio a LED. CoreLine SlimDownlight proporciona un efecto de "superficie de luz" natural para utilizarlo en aplicaciones de iluminación general. También ofrece ahorros de energía al instante y una vida útil mucho más prolongada, lo que las hace una solución respetuosa con el medio ambiente y de una excelente relación calidad precio. La instalación es fácil, puesto que la luminaria tiene el mismo diámetro de corte y su profundidad es extremadamente pequeña.

Datos del producto

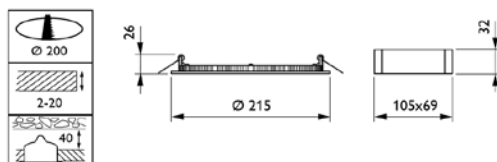
Información general			
Número de fuentes de luz	1 [1 pieza]	Iluminación de emergencia	No [-]
Código familia de lámparas	LED20S [LED Module, system flux 2000 lm]	Connection	Conector push-in con 2 polos y retenedor
Ángulo del haz de fuente de luz	- °	Cable	No
Temperatura de color	840 blanco neutro	Clase de protección IEC	Seguridad clase II
Fuente de luz sustituible	No	Color RAL estándar	RAL9016 (9016)
Número de unidades de equipo	1	Test del hilo incandescente	Temperatura 650 °C, duración 5 s
Equipo	-	Marca de inflamabilidad	NO [No]
Driver/unidad de potencia/transformador	PSU [Fuente de alimentación]	Marca CE	Marcado CE
Driver incluido	Si	Certificado ENEC	No
Tipo de óptica	No [-]	Período de garantía	3 años
Tipo lente/cubierta óptica	O [Opa]	Flujo luminoso constante	No
Apertura de haz de luz de la luminaria	135°	Número de productos en MCB	32
		Certificado RoHS	RoHS

CoreLine SlimDownlight

Product Family Code	DN135B [CoreLine SlimDownlight]	Eficacia de la luminaria LED inicial	71 lm/W
		Índice inic. de temperatura de color	4000 K
		Inic. Índice de reproducción del color	>80
		Cromaticidad inicial	(0.38, 0.38) SDCM <5
		Potencia de entrada inicial	23 W
		Tolerancia de consumo de energía	+/-10%
Operativos y eléctricos		Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)	
Tensión de entrada	220-240 V	Índice de fallos del driver 5.000 h	1 %
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz	Vida útil media L70B50	50000 h
Corriente de arranque	17 A	Vida útil media L80B50	30000 h
Tiempo de irrupción	250 ms	Vida útil media L90B50	15000 h
Factor de potencia (mín.)	0.9		
Factor de potencia (nom.)	0.9		
Controles y regulación		Condiciones de aplicación	
Regulable	No	Rango de temperatura ambiente	0 °C a +35 °C
		Temperatura ambiente media	25 °C
		Apta para encendidos y apagados aleatorios	Sí
Mecánicos y de carcasa		Datos de producto	
Material de la carcasa	Aluminio	Código de producto completo	871669607045199
Material del reflector	Polycarbonato	Nombre de producto del pedido	DN135B LED20S/840 PSU II WH
Material óptico	PC	EAN/UPEC - Producto	8716696070451
Material cubierta óptica/lente	Polycarbonato	Código de pedido	07045199
Material de fijación	Aluminum	Cantidad por paquete	1
Acabado cubierta óptica/lente	Mate	Numerador - Paquetes por caja exterior	12
Altura total	20 mm	N.º de material (12NC)	910503910113
Diámetro total	215 mm	Peso neto (pieza)	0.600 kg
Aprobación y aplicación			
Código de protección de entrada	IP44 [Protección de los cables, protección frente a salpicaduras]		
Índice de protección frente a choque mecánico	IK02 [IK02]		
Rendimiento inicial (conforme con IEC)			
Flujo luminoso inicial	2000 lm		
Tolerancia de flujo luminoso	+/-10%		



Plano de dimensiones



CoreLine SmartDownlight DN135B/DN135C

2.4 Ficha técnica luminaria PHILIPS PowerBalance LED34S



PowerBalance, surface mounted

SM461V LED34S/840 PSD W17L169

PowerBalance Surface-mounted - LED Module, system flux 3400 lm
 - 840 neutral white - Power supply unit with DALI interface - Width
 0.17 m, length 1.69 m

When it comes to lighting an office space with LED luminaires, people are usually willing to invest in sustainability provided the investment pays back. At the same time, the system should comply with office lighting norms to ensure a comfortable working environment. PowerBalance is Philips' most energy-efficient office-norm-compliant LED luminaire. It more than halves energy costs compared to a T5 solution, and the light source has a longer lifetime. This results in significantly lower operational costs, ensuring a payback that meets the needs of the specification market. PowerBalance surface-mounted luminaires are easy to install on ceilings thanks to their intuitive mounting system. PowerBalance is also available in a recessed version.

Product data

General Information			
Number of light sources	1 pc	Driver included	Yes
Lamp family code	LED34S [LED Module, system flux 3400 lm]	Optic type	-
Beam angle of light source	- °	Luminaire light beam spread	120°
Light source color	840 neutral white	Emergency lighting	-
Cap-Base	- [-]	Embedded control	-
Light source replaceable	No	Control interface	DALI
Number of gear units	1 unit	Connection	Push-in connector and pull relief
Driver/power unit/transformer	Power supply unit with DALI interface	Cable	-
		Protection class IEC	Safety class I

PowerBalance, surface mounted

Glow-wire test	Temperature 850 °C, duration 5 s
Flammability mark	For mounting on normally flammable surfaces
CE mark	CE mark
ENEC mark	ENEC plus mark
UL mark	-
Warranty period	5 years
Constant light output	No
Number of products on MCB of 16 A type B	20
RoHS mark	RoHS mark
Product family code	SM461V [PowerBalance Surface-mounted]

Operating and Electrical

Input Voltage	220-240 V
Input Frequency	50 to 60 Hz
Control signal voltage	0-18 V DC DALI
Inrush current	48 A
Inrush time	1 ms
Power Factor (Min)	0.9

Controls and Dimming

Dimmable	Yes
----------	-----

Mechanical and Housing

Geometry	Width 0.17 m, length 1.69 m
Housing Material	Steel
Reflector material	Polycarbonate
Optic material	-
Optical cover/lens material	Polycarbonate
Fixation material	-
Optical cover/lens finish	Matte
Overall length	1685 mm
Overall width	171 mm
Overall height	85 mm

Approval and Application

Ingress protection code	IP40 [Wire-protected]
-------------------------	------------------------

Mech. impact protection code	IK02 [0.2 J standard]
------------------------------	------------------------

Initial Performance (IEC Compliant)

Initial luminous flux (system flux)	3400 lm
Luminous flux tolerance	+/-10%
Initial LED luminaire efficacy	121 lm/W
Init. Corr. Color Temperature	4000 K
Init. Color Rendering Index	≥80
Initial chromaticity	(0.33, 0.36) SDCM <3
Initial input power	28 W
Power consumption tolerance	+/-10%

Over Time Performance (IEC Compliant)

Driver failure rate at 5000 h	1 %
Median useful life L70B50	70000 h
Median useful life L80B50	50000 h
Median useful life L90B50	25000 h

Application Conditions

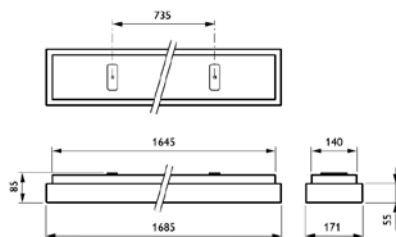
Ambient temperature range	+10 to +40 °C
Average ambient temperature	25 °C
Maximum dim level	1%
Suitable for random switching	No

Product Data

Full product code	871829127602900
Order product name	SM461V LED34S/840 PSD W17L169
EAN/UPC - Product	8718291276029
Order code	910504091103
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	1
Material Nr. (12NC)	910504091103
Net Weight (Piece)	7.800 kg



Dimensional drawing



PowerBalance SM460V

2.5 Ficha técnica luminaria PHILIPS PowerBalance LED40S



PowerBalance adosable o suspendida

SM461V LED40S/840 PSD W17L169

PowerBalance Surface-mounted - LED Module, system flux 4000 lm
 - 840 - Unidad de fuente de alimentación con interfaz DALI - Anchura
 0,17 m, longitud 1,69 m

PowerBalance es la luminaria LED de Philips de menor consumo energético y que cumple las normativas para uso en oficinas. En comparación con la solución T5, ahorra más de la mitad en costes energéticos y la fuente de luz tiene una vida útil mayor. El resultado son costes de funcionamiento significativamente inferiores, lo que garantiza una amortización que satisface las necesidades del mercado. Las luminarias PowerBalance montadas en superficie son fáciles de instalar en los techos gracias a su sistema de montaje intuitivo. PowerBalance también se ofrece en una versión empotrada.

Datos del producto

Información general			
Número de fuentes de luz	1 [1 pieza]	Tipo de óptica	No [-]
Código familia de lámparas	LED40S [LED Module, system flux 4000 lm]	Apertura de haz de luz de la luminaria	120°
Ángulo del haz de fuente de luz	- °	Iluminación de emergencia	No [-]
Temperatura de color	840 blanco neutro	Control integrado	No [-]
Base de casquillo	- [-]	Interfaz de control	DALI
Fuente de luz sustituible	No	Connection	Conector push-in y retenedor
Número de unidades de equipo	1	Cable	No
Driver/unidad de potencia/transformador	PSD [Unidad de fuente de alimentación con interfaz DALI]	Clase de protección IEC	Seguridad clase I
Driver incluido	Si	Test del hilo incandescente	Temperatura 850 °C, duración 5 s
		Marca de inflamabilidad	F [F]
		Marca CE	Marcado CE

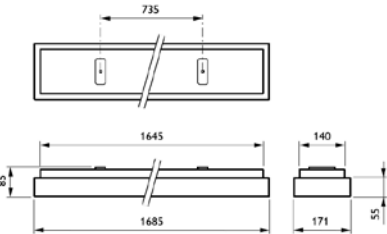
PowerBalance adosable o suspendida

Certificado ENEC	ENEC plus mark
Certificado UL	No
Período de garantía	5 años
Flujo luminoso constante	No
Número de productos en MCB	20
Certificado RoHS	ROHS
Product Family Code	SM461V [PowerBalance Surface-mounted]
Operativos y eléctricos	
Tensión de entrada	220-240 V
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Voltaje de señal de control	0-16 V DC DALI
Corriente de arranque	48 A
Tiempo de irrupción	1 ms
Factor de potencia (mín.)	0.9
Controles y regulación	
Regulable	Si
Mecánicos y de carcasa	
Geometría	Ancho 0,17 m, longitud 1,69 m
Material de la carcasa	Acero
Material del reflector	Polycarbonato
Material óptico	-
Material cubierta óptica/lente	Polycarbonato
Material de fijación	-
Acabado cubierta óptica/lente	Mate
Longitud total	1685 mm
Anchura total	171 mm
Altura total	85 mm
Aprobación y aplicación	
Código de protección de entrada	IP40 [Protección de cables]
Índice de protección frente a choque mecánico	IK02 [IK02]

Rendimiento inicial (conforme con IEC)	
Flujo lumínico inicial	4000 lm
Tolerancia de flujo lumínico	+/-10%
Eficacia de la luminaria LED inicial	118 lm/W
Índice inic. de temperatura de color	4000 K
Inic. Índice de reproducción del color	≥80
Cromacidad inicial	(0.38, 0.38) SDCM <3
Potencia de entrada inicial	34 W
Tolerancia de consumo de energía	+/-10%
Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)	
Índice de fallos del driver 5.000 h	1 %
Vida útil media L70B50	70000 h
Vida útil media L80B50	50000 h
Vida útil media L90B50	25000 h
Condiciones de aplicación	
Rango de temperatura ambiente	De +10 a +40°C
Temperatura ambiente media	25 °C
Nivel máximo de regulación	1%
Apta para encendidos y apagados aleatorios	No
Datos de producto	
Código de producto completo	871629127603800
Nombre de producto del pedido	SM461V LED40S/840 PSD W17L189
EAN/UPC - Producto	8716291276038
Código de pedido	27803600
Cantidad por paquete	1
Numerador - Paquetes por caja exterior	1
N.º de material (12NC)	910504091203
Peso neto (pieza)	7.800 kg



Plano de dimensiones



PowerBalance SM460V

3. Luminarias alumbrado de emergencia

3.1 Ficha técnica Luminaria DAISALUX HYDRA LD N2 + KES HYDRA

Ficha Técnica de Conjunto

Conjunto: HYDRA LD N2 + KES HYDRA

Fabricante: Daisalux Serie: Hydra Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Modelo: HYDRA LD N2

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

Formato: Hydra
Funcionamiento: No permanente LED
Autonomía (h): 1
Lámpara en emergencia: ILMLLED
Grado de protección: IP42 IK04
Lámpara en red: -
Piloto testigo de carga: LED
Aislamiento eléctrico: Clase II
Dispositivo verificación: No
Conexión telemando: Si
Altura de colocación (m): -
Tipo batería: NiCd

Acabados:

Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz

Accesorio: KES HYDRA

Descripción:

Caja estanca IP66 IK08. Apta para exteriores bajo cubierta. Para más información ver la ficha técnica del accesorio

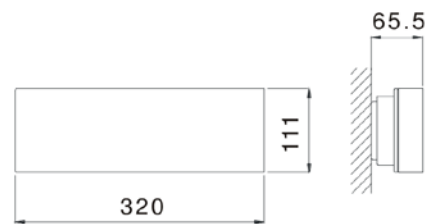
Tarifa del conjunto:

Precio (€): 084,67

Grupo de producto: Nivel dto A

Fotometría del conjunto:

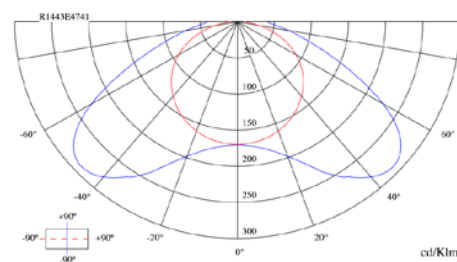
Flujo emerg. (lm):85



Hydra



Hydra LD



Curvas Polares del conjunto

3.2 Ficha técnica luminaria DAISALUX HYDRA LD N8 + KES HYDRA

Ficha Técnica de Conjunto

Conjunto: HYDRA LD N8 + KES HYDRA

Fabricante: Daisalux Serie: Hydra Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Modelo: HYDRA LD N8

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

Formato: Hydra
 Funcionamiento: No permanente LED
 Autonomía (h): 1
 Lámpara en emergencia: ILMLED
 Grado de protección: IP42 IK04
 Lámpara en red: -
 Piloto testigo de carga: LED
 Aislamiento eléctrico: Clase II
 Dispositivo verificación: No
 Conexión telemando: Si
 Altura de colocación (m): -
 Tipo batería: NiCd

Acabados:

Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz

Accesorio: KES HYDRA

Descripción:

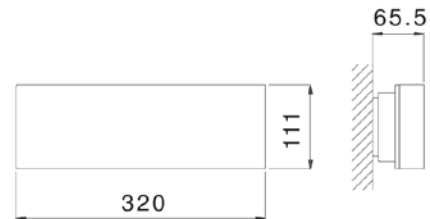
Caja estanca IP66 IK08. Apta para exteriores bajo cubierta.
 Para más información ver la ficha técnica del accesorio

Tarifa del conjunto:

Precio (€): 110,78
 Grupo de producto: Nivel dto A

Fotometría del conjunto:

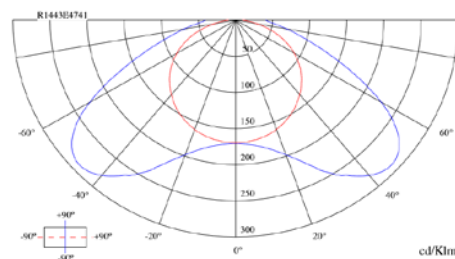
Flujo emerg. (lm):340



Hydra



Hydra LD



Curvas Polares del conjunto

3.3 Ficha técnica luminaria DAISALUX ZES N12 A

Ficha Técnica

Modelo : ZES N12 A

Fabricante: Daisalux Serie: Zenit estanco PL Tipo producto: Proyector autónomo de emergencia

Descripción:

Proyector de emergencia compuesto por dos cuerpos. El primero de ellos consta de una base donde se aloja la electrónica y baterías. El segundo consta de uno o varios tubos fluorescentes, un reflector aluminizado y el difusor. Ambos cuerpos están unidos entre sí por una rótula orientable que permite un óptimo aprovechamiento del haz de luz. La entrada del conductor se realiza mediante una prensaestopa en su base. IP 65. Consta de 1 ó 2 lámparas fluorescentes PL (según el modelo) que se iluminan si falla el suministro de red. Un microprocesador interno chequea el estado del aparato y realiza periódicamente test funcionales y de autonomía informando sobre su estado, mediante un dispositivo óptico en la parte frontal del foco. Los test pueden solicitarse manualmente mediante una orden de Telemando ON en presencia de red. Dispone de un sistema de conexión rápido mediante placa de amarre.

Características:

Formato: Zenit estanco
 Funcionamiento: No permanente AutoTest
 Autonomía (h): 1
 Lámpara en emergencia: PL 11 W
 Grado de protección: IP65 IK04
 Lámpara en red: -
 Piloto testigo de carga: LED
 Aislamiento eléctrico: Clase II
 Dispositivo verificación:
 Conexión telemando: Si
 Altura de colocación (m): -
 Tipo batería: NiMH

Acabados:

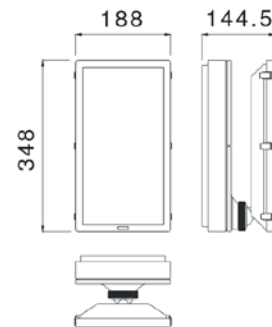
Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz
 Aplicación Zenit estanco: IP65 interior

Tarifa:

Precio (€): 264,18
 Grupo de producto: Nivel dto C

Fotometría:

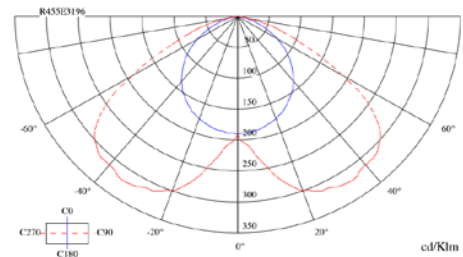
Flujo emerg. (lm): 600



ZES



ZES IP65 interior



Curvas polares

4. Protecciones contra sobreintensidades

4.1 Ficha técnica interruptor automático Compact NSX de 100 a 630 A

Introducción

Características y prestaciones de los interruptores automáticos

Compact NSX de 100 a 630 A

Funciones y características



Compact NSX100/160/250.



Compact NSX400/630.

Características comunes

Tensiones nominales			
Tensión asignada de aislación (V)	Ui		800
Tensión asignada soportada al impulso (kV)	Uimp		8
Tensión asignada de empleo (V)	Ue	50/60 Hz ca	690
Aptitud para el seccionamiento		IEC/EN 60947-2	si
Categoría de empleo			A
Grado de polución		IEC 60664-1	3

Interruptores automáticos

Tipo de poder de corte

Características eléctricas según IEC 60947-2

Corriente nominal (A)	In	40°C
Número de polos		

Poder de corte último (kA ef)

Icu	50/60 Hz ca	220/240 V 380/415 V 440 V 500 V 525 V 660/690 V
------------	-------------	--

Poder de corte en servicio (kA ef)

Ics	50/60 Hz ca	220/240 V 380/415 V 440 V 500 V 525 V 660/690 V
------------	-------------	--

Durabilidad (ciclos C-A)

Mecánica		
Eléctrica	440 V	In/2
	690 V	In/2
		In

Características eléctricas según Nema AB1

Poder de corte (kA ef)	50/60 Hz ca	240 V 480 V 600 V
------------------------	-------------	-------------------------

Características eléctricas según UL 508

Poder de corte (kA ef)	50/60 Hz ca	240 V 480 V 600 V
------------------------	-------------	-------------------------

Protección y medición

Protección contra cortocircuitos	Magnética únicamente
Protección contra sobrecargas/cortocircuitos	Termomagnéticas
	Electrónica
	con protección de neutro (Off-0.5-1-OSN) ⁽¹⁾
	con protección de defecto a tierra
	con selectividad (ZSI) ⁽²⁾

Pantalla de visualización/medidas I, U, f, P, E, THD/medición de corriente interrumpida

Opciones	Pantalla FDM sobre puerta
	Ayuda a la utilización
	Contadores
	Históricos y alarmas
	Com. de medición
	Com. de control/estado del aparato
Protección diferencial	Mediante bloque Vigix
	Mediante relé Vigirex

Instalación/conexiones

Dimensiones y pesos

Dimensiones (mm) L * H * P	Fija, conexiones frontales	2/3P 4P
Peso (kg)	Fija, conexiones frontales	2/3P 4P

Conexiones

Terminales de conexión	Paso polar	Con/sin espaciadores
Cables de Cu o Al	Sección	mm²

(1) OSN: Protección de neutro sobredimensionado para neutros que transporten altas corrientes (por ejemplo, armónicos de tercer orden).

(2) ZSI: Enclavamiento selectivo de zona con cables de control.

(3) Interruptor automático 2P en caja 3P para tipo F, únicamente con unidad de control termomagnética.

4.2 Ficha técnica interruptor automático NG125N

Interruptores automáticos NG125N

Protección magnetotérmica de circuitos y receptores



NG125N 1P



NG125N 2P



NG125N 3P



NG125N 4P

UNE-EN 60947-2
Curvas B, C y D

- Los NG125N son interruptores automáticos que combinan las siguientes funciones:
- Protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito.
- Protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga.
- Apto al seccionamiento en el sector industrial según la norma UNE-EN 60947-2.
- Señalización de defecto mediante un indicador mecánico de color rojo situado en la parte frontal del interruptor automático.

Corriente alterna (CA) 50/60 Hz							
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2							Poder de corte de servicio (Ics)
	Tensión (Ue)						
F/F (2P, 3P, 3P+N, 4P)	—	—	220 a 240 V	—	380 a 415 V	440 V	500 V
F/N (1P)	110 a 130 V	220 a 240 V	—	380 a 415 V	—	—	—
Calibre (In) 10 a 125 A	50 kA	25 kA	50 kA	6 kA ⁽¹⁾	25 kA	20 kA	10 kA

(1) Poder de corte con 1 polo en sistema de IT neutro aislado (en caso de un doble defecto).

(1) Poder de corte con 1 polo en sistema de IT neutro aislado (en caso de un doble defecto).

Corriente continua (CC)					
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)
	Tensión (Ue)				
F/F (2P, 3P, 3P+N, 4P)	—	—	250 V	500 V	
F/N (1P)	60 V	125 V	—	—	
Número de polos	1P	1P	2P	4P	
Calibre (In) 10 a 125 A	25 kA	25 kA	25 kA	25 kA	100% de Icu

4.3 Ficha técnica interruptor automático iC60N

Interruptores automáticos iC60N

Protección magnetotérmica de circuitos y receptores

Certificación
AENOR



UNE-EN 60947-2, UNE-EN 60898-1 Curvas B, C y D

- Los iC60N son interruptores automáticos que combinan las siguientes funciones:
- Protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito.
- Protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga.
- Adecuados para aislamiento industrial según la norma UNE-EN 60947-2.
- Señalización de defecto mediante un indicador mecánico situado en la parte frontal del interruptor automático.

Corriente alterna (CA) 50/60 Hz

Poder de corte (Icu) según la norma UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)	
	Tensión (Ue)					
F/F (2P, 3P, 4P)	12 a 133 V	220 a 240 V	380 a 415 V	440 V		
F/N (1P, 1P+N)	12 a 60 V	100 a 133 V	220 a 240 V	–		
Calibre (In)	0,5 a 4 A	50 kA	50 kA	50 kA	25 kA	100 % de Icu
	6 a 63 A	36 kA	20 kA	10 kA	6 kA	75% de Icu

Poder de corte (Icn) según la norma UNE-EN 60898-1

		Tensión (Ue)			
F/F		400 V			
F/N		230 V			
Calibre (In)	0,5 a 63 A	6.000 A			

Corriente continua (CC)

Poder de corte (Icu) según la norma UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)
	Tensión (Ue)				
Entre +/-	12 a 72 V	100 a 133 V		220 a 250 V	
Número de polos	1P	2P (en serie)	3P (en serie)	4P (en serie)	
Calibre (In) 0,5 a 63 A	6 kA	6 kA	6 kA	6 kA	
					100% de Icu

4.4 Ficha técnica interruptor automático iC60H

Interruptores automáticos iC60H

Protección magnetotérmica de circuitos y receptores

Certificación
AENOR



UNE-EN 60947-2 UNE-EN 60898-1 Curvas B, C y D

- Los iC60N son interruptores automáticos que combinan las siguientes funciones:
- Protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito.
- Protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga.
- Adecuados para aislamiento industrial según la norma UNE-EN 60947-2.
- Señalización de defecto mediante un indicador mecánico situado en la parte frontal del interruptor automático.

Corriente alterna (CA) 50/60 Hz					
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)
	Tensión (Ue)				
F/F (2P, 3P, 4P)	12 a 133 V	220 a 240 V	380 a 415 V	440 V	
F/N (1P, 1P+N)	12 a 60 V	100 a 133 V	220 a 240 V	–	
Calibre (In) 0,5 a 4 A	70 kA	70 kA	70 kA	50 kA	100% de Icu
	de 6 a 40 A	42 kA	30 kA	15 kA	50% de Icu
	50/63 A	42 kA	–	15 kA	50% de Icu
Poder de corte (Icn) según UNE-EN 60898-1					
	Tensión (Ue)				
F/F	400 V				
F / N	230 V				
Calibre (In) 0,5 a 63 A	10.000 A				

Corriente continua (CC)					
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)
	Tensión (Ue)				
Entre +/-	12 a 72 V	100 a 133 V		220 a 250 V	
Número de polos	1P	2P (en serie)	3P (en serie)	4P (en serie)	
Calibre (In) 0,5 a 63 A	10 kA	10 kA	10 kA	10 kA	100% de Icu

4.5 Ficha técnica interruptor automático iC60L

Interruptores automáticos iC60L

Protección magnetotérmica de circuitos y receptores



UNE-EN 60947-2 UNE-EN 60898-1 hasta 40 A
Curvas B, C y Z

- Los iC60L son interruptores automáticos que combinan las siguientes funciones:
- Protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito.
- Protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga.
- Adecuados para aislamiento industrial según la norma UNE-EN 60947-2.
- Indicación de defecto mediante un indicador mecánico situado en la parte frontal del interruptor automático.

Corriente alterna (CA) 50/60 Hz						
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)	
	Tensión (Ue)					
F/F (2P, 3P, 4P)	12 a 133 V	220 a 240 V	380 a 415 V	440 V		
F/N (1P)	12 a 60 V	100 a 133 V	220 a 240 V	—		
Calibre (In)	0,5 a 4 A	100 kA	100 kA	100 kA	70 kA	100% de Icu
	6 a 25 A	70 kA	—	25 kA	20 kA	50% de Icu ⁽¹⁾
	32 / 40 A	70 kA	—	20 kA	15 kA	50% de Icu
	50 / 63 A	70 kA	—	15 kA	10 kA	50% de Icu
Poder de corte (Icn) según UNE-EN 60898-1						
	Tensión (Ue)					
F/F	400 V					
F/N	230 V					
Calibre 0,5 a 40 A (In)	15.000 A					

Corriente continua (CC)					
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)
	Tensión (Ue)				
Entre +/-	12 a 72 V	100 a 144 V		220 a 250 V	
Número de polos	1P	2P (en serie)	3P (en serie)	4P (en serie)	
Calibre (In) 0,5 a 63 A	15 kA	15 kA	15 kA	15 kA	100% de Icu

4.6 Ficha técnica interruptor automático C120N

Interruptores automáticos C120N

Protección magnetotérmica de circuitos y receptores



I8360



I8376

UNE-EN 60898-1, UNE-EN 60947-2 Curvas B, C y D

Los C120N son interruptores automáticos que combinan las siguientes funciones:

- Protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito.
- Protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga.
- Apto al seccionamiento en el sector industrial según la norma UNE-EN 60947-2.
- Disparo y señalización a distancia mediante auxiliares adicionales.

Corriente alterna (CA) 50/60 Hz

Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)
Tipo	Tensión (V)				
1P	130 V	230 a 400 V	400 a 415 V	440 V	
Calibre (In) 63 a 125 A	20 kA	10 kA	3 kA ⁽¹⁾	—	75% de Icu
2P/3P/4P	130 V	230 a 400 V	400 a 415 V	440 V	
63 a 125 A	—	20 kA	10 kA	6 kA	75% de Icu

Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60898-1

Tipo	Tensión (V)	
1P, 2P, 3P, 4P	230 a 400 V	
Calibre (In) 63 a 125 A	10.000 A	75% de Icu

(1) Poder de corte con un polo en sistema de IT neutro aislado (doble defecto).

Corriente continua (CC)

Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2				Poder de corte de servicio (Ics)
Tipo	Tensión (V)			
1P	24/48 V	125 V	250 V	
Calibre (In) 63 a 125 A	10 kA	10 kA	—	100% de Icu
2P (en serie)	24/48 V	125 V	250 V	
63 a 125 A	—	—	10 kA	100% de Icu

4.7 Ficha técnica interruptor automático C120H

Interruptores automáticos C120H

Protección magnetotérmica de circuitos y receptores



18503



18437

UNE-EN 60898-1, UNE-EN 60947-2 Curvas B, C y D

Los C120H son interruptores automáticos que combinan las siguientes funciones:

- Protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito.
- Protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga.
- Apto al seccionamiento en el sector industrial según la norma UNE-EN 60947-2.
- Disparo y señalización a distancia mediante auxiliares adicionales.

Corriente alterna (CA) 50/60 Hz					
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)
Tipo	Tensión (V)				
1P	130 V	230 a 240 V	400 a 415 V	440 V	
Calibre (In) 10 a 125 A	30 kA	15 kA	4,5 kA ⁽¹⁾	–	50% de Icu
2P, 3P, 4P	130 V	230 a 240 V	400 a 415 V	440 V	
10 a 125 A	–	30 kA	15 kA	10 kA	50% de Icu
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60898-1					
Tipo	Tensión (V)				Poder de corte de servicio (Ics)
1P, 2P, 3P, 4P	230 a 400 V				
Calibre (In) 10 a 125 A	15.000 A				50% de Icu

(1) Poder de corte con un polo en sistema de IT neutro aislado (doble defecto).

Corriente continua (CC)				
Poder de corte (Icu) según UNE-EN 60947-2				Poder de corte de servicio (Ics)
Tipo	Tensión (V)			
1P	24/48 V	125 V	250 V	
Calibre (In) 10 a 125 A	15 kA	15 kA	–	100% de Icu
2P (en serie)	24/48 V	125 V	250 V	
10 a 125 A	–	–	15 kA	100% de Icu

5. Protección diferencial

5.1 Ficha técnica bloque de protección diferencial Vigi

Protección diferencial

Protección adicional contra los defectos de aislamiento usando bloque Vigi o relé Vigirex (continuación)

Funciones y características



Interruptores automáticos Vigicompact NSX100 a 630 con protección diferencial

La incorporación del bloque Vigi no afecta a las características del interruptor:

- cumplimiento de normas
- grado de protección, aislamiento frontal de clase II
- seccionamiento plenamente aparente
- características eléctricas
- características de la unidad de control
- modos de instalación y conexión
- auxiliares de señalización, medición y control
- accesorios de instalación y conexión.

Dimensiones y pesos		NSX100/160/250	NSX400/630
Dimensiones	3 polos	105 x 236 x 86	135 x 355 x 110
L x H x P (mm)	4 polos	140 x 236 x 86	180 x 355 x 110
Peso (kg)	3 polos	2,5	8,8
	4 polos	3,2	10,6

Bloques de protección diferencial Vigi

Cumplimiento de normas

- IEC 60947-2, anexo B.
- Decreto del 14 de noviembre de 1988 (para Francia).
- IEC 60755, clase A, inmunidad a los componentes de c.c. hasta 6 mA
- funcionamiento hasta -25 °C según VDE 664.

Señalización a distancia

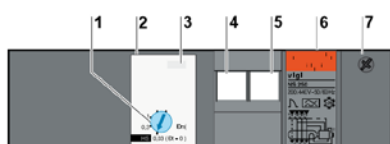
Los bloques Vigi se pueden equipar con un contacto auxiliar (SDV) para la señalización a distancia de disparo por un defecto a tierra.

Utilización de bloque Vigi de 4 polos con un Compact NSX de 3 polos

En una instalación trifásica con neutro ininterrumpido, un accesorio permite utilizar un bloque Vigi de 4 polos con conexión del cable de neutro.

Fuente de alimentación

Los bloques Vigi se alimentan solos internamente gracias a la tensión del sistema de distribución, por lo que no necesitan ninguna fuente externa. Siguen funcionando incluso cuando se alimentan con sólo dos fases.



- 1 Ajuste de sensibilidad
- 2 Ajuste de temporización (para la protección selectiva de fugas a tierra).
- 3 Accesorio precintado para acceso controlado a las regulaciones.
- 4 Botón de prueba a fin de simular un defecto a tierra para las comprobaciones periódicas de la función de control
- 5 Botón de reinicio (Reset, obligatorio después de un control por defecto a tierra).
- 6 Placa de características.
- 7 Alojamiento para el contacto auxiliar SDV.

Aparatos de conexión

El bloque Vigi se puede instalar en un zócalo. Se necesitan accesorios especiales (consulte el capítulo 6 "Referencias" del presente catálogo).

Selección de bloque Vigi			
Tipo	Vigi ME	Vigi MH	Vigi MB
Número de polos	3, 4 ⁽¹⁾	3, 4 ⁽¹⁾	3, 4 ⁽¹⁾
NSX100	•	•	-
NXS160	•	•	-
NSX250	-	•	-
NSX400	-	-	•
NSX630	-	-	•
Características de protección			
Sensibilidad I _{Δn} (A)	fijo 0,3	ajustable 0,03 - 0,3 - 1 - 3 - 10	ajustable 0,3 - 1 - 3 - 10 - 30
Temporización	fijo	ajustable	ajustable
Retardo intencional (ms)	< 40	0 - 60 ⁽²⁾ - 150 ⁽²⁾ - 310 ⁽²⁾	0 - 60 - 150 - 310
Tiempo total del corte (ms)	< 40	< 40 < 140 < 300 < 800	< 40 < 140 < 300 < 800
Tensión nominal V _{ca} 50/60 Hz	200...440	200... 440 - 440...550	200...440 - 440...550

(1) Los bloques Vigi 3P también se pueden utilizar en interruptores automáticos 3P usados para la protección bifásica.

(2) Si la sensibilidad se ajusta en 30 mA, no hay temporización, independientemente de su ajuste.

Seguridad de funcionamiento

El bloque Vigi es un aparato de seguridad del usuario. Se debe probar a intervalos periódicos (cada 6 meses).

5.2 Ficha técnica bloque diferencial Quick Vigí iC60

Bloque diferencial Quick Vigí iC60

Protección diferencial

Certificación
AENOR


UNE-EN 61009-1

Clase AC

- Combinado con el interruptor automático iC60, el Vigí iC60 ofrece:
- Protección de personas contra descargas eléctricas por contacto directo (≤ 30 mA).
- Protección de instalaciones contra riesgo de incendios (300 mA o 500 mA).
- Conexión rápida sin tornillos.

Referencias

Bloque diferencial Vigí iC60										
Clase			AC ~							Ancho en pasos de 9 mm
Producto			Vigí iC60							
Auxiliares			Sin auxiliares							
2P			Sensibilidad	10 mA	30 mA	300 mA	500 mA	300 mA[S]	1.000 mA[S]	
	Calibre	25 A	A9Q10225	A9Q11225	A9Q14225	—	—	—	3	
		40 A	—	A9Q11240	A9Q14240	—	—	—	4	
		63 A ⁽¹⁾	—	A9V11263	A9V14263	A9V16263	A9V15263	A9V19263	4	
3P			Sensibilidad	10 mA	30 mA	300 mA	500 mA	300 mA[S]	1.000 mA[S]	
	Calibre	25 A	—	A9Q11325	A9Q14325	—	—	—	6	
		40 A	—	A9Q11340	A9Q14340	—	—	—	7	
		63 A ⁽¹⁾	—	A9V11363	A9V14363	A9V16363	A9V15363	A9V19363	7	
4P			Sensibilidad	10 mA	30 mA	300 mA	500 mA	300 mA[S]	1.000 mA[S]	
	Calibre	25 A	—	A9Q11425	A9Q14425	—	—	—	6	
		40 A	—	A9Q11440	A9Q14440	—	—	—	7	
		63 A ⁽¹⁾	—	A9V11463	A9V14463	A9V16463	A9V15463	A9V19463	7	
Tensión de funcionamiento (Ue)			230 - 240 V, 400 - 415 V Excepto * 130 V							
Frecuencia de empleo			50/60 Hz							

5.3 Ficha técnica bloque diferencial Vigi C120

Bloque diferencial Vigi C120

Protección diferencial




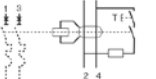


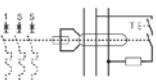





UNE-EN 61009
Clase AC

Cuando se combina un dispositivo Vigi C120 con un interruptor automático C120, se proporcionan las siguientes funciones:

- Protección de personas contra descargas eléctricas por contacto directo ($\leq 30\text{ mA}$).
- Protección de personas contra descargas eléctricas por contacto indirecto ($\geq 300\text{ mA}$).
- Protección de instalaciones contra riesgo de incendios (300 mA a 1.000 mA).

Referencias

Bloque diferencial Vigi C120							
Clase	AC 						Ancho en pasos de 9 mm
Producto	Vigi C120						
Auxiliares	Sin auxiliares						
2P	Sensibilidad	30 mA	300 mA	500 mA	300 mA 	1.000 mA 	
		18563	18564	18565	18544	18545	7
3P	Sensibilidad	30 mA	300 mA	500 mA	300 mA 	1.000 mA 	
		18566	18567	18568	18546	18547	10
4P	Sensibilidad	30 mA	300 mA	500 mA	300 mA 	1.000 mA 	
		18569	18570	18571	18548	18549	10
Tensión de funcionamiento (Ue)	230...415 V						
Frecuencia de empleo	50/60 Hz						

6. Compensación de reactiva

6.1 Ficha técnica VarSet 137.5 KVAr

Hoja de datos del producto

Características

VLVAW2N03531AA

VarSet, Batería auto de condensadores
137,5kvar con Int Auto xxB 400V 50Hz



Principal

Tensión de red	400...415 V - CA en 50 Hz
Clasificación de potencia reactiva	137.5 kvar
Modo de funcionamiento	Automático
Gama	VarSet
Nombre corto del dispositivo	VarSet automática
Tipo de producto o componente	Batería de condensadores

Complementario

Nivel de polución de red	Poco polucionada
[Gh/Sn] tasa de contaminación armónica	> 15...25 %
THDI	> 5...10 %
[THDU] distorsión de armónicos total	> 3...4 %
Secuencias escalonadas	1.2.4
Potencia por paso	12.5 kvar
Escalonaje	12.5 + 25 + 2x50
Localización de conexión	Inferior
Transformador de tensión incluido	400/230 V - 250 VA
Regulador modelo	Varlogic NR6
Nombre de serie	VarplusCan
Número de polos	3P
Tolerancia sobre o valor de la capacidad	- 5 % a 10 %
[Ui] tensión asignada de aislamiento	690 V
[Uimp] Tensión asignada de choque	8 kV
Tensión máxima admisible	1,1 x Un (8 horas en 24 horas) de acuerdo con IEC 60831
Corriente máxima permanente [Imp]	Condensador : 1.8 x In en 400...415 V de acuerdo con IEC 60831 Batería : 1.43 x In en 400...415 V de acuerdo con IEC 61439-2
Tipo	Protección interrupt, autom,
Poder de corte	35 kA (Icu)
Tipo de control	Mando rotativo
Accesibilidad para funcionamiento	Parte frontal
Color	RAL 9003 (blanco)
Peso del producto	131 kg
Altura	1200 mm
Anchura	800 mm
Profundidad	300 mm
Equipo suministrado	Transformador auxiliar
Función disponible	Contacto para deslastre con grupo electrógeno Contacto de alarma

Entorno

Normas	IEC 61439-2 IEC 61921 IEC 61439-1
Certificaciones	ASEFA EAC CE
Ubicación de montaje	Interior
Grado de protección IP	Medioambiente : IP31 Seguridad : IPxx B
Grado de protección IK	IK10
Humedad relativa	<= 95 %
Altitud máxima de funcionamiento	<= 2000 m
Temperatura ambiente de trabajo	-5...45 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	Anual : 35 °C Más de 24 h : 45 °C

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: AASS)	Conforme - desde 1325 - Declaración de conformidad de Schneider Electric- Declaración de conformidad de Schneider Electric
REACH	La referencia no contiene SVHC
Perfil ambiental del producto	Disponible
Instrucciones para el fin del ciclo de vida del producto	DISPONIBLE

Información Logística

País de Origen	Francia
----------------	---------

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1.	Calidad de materiales	159
1.1	Conductores eléctricos	159
1.1.1	Conductores eléctricos en emplazamientos sin clasificar.....	159
1.1.2	Conductores eléctricos en emplazamientos clasificados de Clase II....	160
1.2	Conductores de protección	161
1.3	Identificación de los conductores	162
1.4	Tubos y canales protectoras.....	162
1.5	Características mínimas de los tubos, en función del tipo de instalación	163
1.5.1	Tubos en canalizaciones fijas en superficie	163
1.5.2	Tubos en canalizaciones enterradas	164
1.5.3	Canales protectoras.....	165
1.5.4	Bandejas	165
1.6	Cajas de empalme y derivación	166
1.7	Aparatos de protección	166
1.7.1	Protección contra sobrintensidades	167
2.	Normas de ejecución de las instalaciones	167
2.1	Tubos en canalizaciones fijas en superficie	167
2.2	Canales protectoras.....	169
2.3	Bandejas	169
2.4	Paso a través de elementos de la construcción	169
3.	Pruebas reglamentarias.....	169
3.1	Verificación por examen	170
3.2	Verificaciones mediante medidas o ensayos	170
3.2.1	Medida de continuidad de los conductores de protección	170
3.2.2	Medida de la resistencia de puesta a tierra.....	171
3.2.3	Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.....	171
3.2.4	Medida de la rigidez dieléctrica.....	171
3.2.5	Medida de las corrientes de fuga.....	171
3.2.6	Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales	172
3.2.7	Comprobación de la secuencia de fases	172
4.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	172
4.1	Condiciones de uso	173
4.1.1	Puesta a tierra	173
4.1.2	Cajas generales de protección	173

4.1.3	Derivaciones individuales	174
4.1.4	Instalación interior	174
4.1.5	Equipo de compensación de reactiva	176
4.1.6	Iluminación interior.....	176
4.2	Condiciones de mantenimiento, por el usuario	177
4.3	Condiciones de mantenimiento, por el personal cualificado.....	178
4.4	Inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas en zonas clasificadas como emplazamientos de Clase II.....	178
5.	Certificados y documentación que debe disponer el titular. Autorización de la instalación.....	179
6.	Libro de órdenes.....	179

1. Calidad de materiales

Los materiales que se van a emplear en la presente instalación reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y otras disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis y/o pruebas que se crean necesarios para acreditar su calidad.

1.1 Conductores eléctricos

Los conductores se regirán por las especificaciones indicadas en la Memoria y Planos del proyecto.

1.1.1 Conductores eléctricos en emplazamientos sin clasificar

Conductores aislados bajo tubos protectores

Los conductores utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Conductores aislados enterrados

Los conductores deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0.6/1 kV, se establecerán de acuerdo con la ITC-BT-07.

Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a los que puedan estar sometidos.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0.6/1 kV, y deberán cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la norma UNE-HD 603.

La sección de los conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm².

La sección mínima del conductor neutro será la que indica la Tabla 81 en función de la sección de fase.

S _{FASE} (mm ²)	S _{NEUTRO} (mm ²)
6	6
10	10
16	10
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150

Tabla 81. Sección mínima del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase en conductores enterrados bajo tubo.

Conductores aislados bajo canales protectoras

Se utilizará conductor aislado de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Conductores aislados en bandeja

Se instalarán cables de tensión asignada 0.6/1 kV.

1.1.2 Conductores eléctricos en emplazamientos clasificados de Clase II

Los cables que emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos de Clase II serán:

- a) En instalaciones fijas:
 - Cables de tensión asignada mínima 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables; instalados bajo tubo metálico rígido o flexible conforme a la UNE-EN 50086-1.
 - Cables contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica; se consideran como tales: los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica, según UNE- EN 60702-1; y los cables armados con alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la UNE 21123.

Los cables que utilizar en las instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego, lo indicado en la norma UNE-EN 60332-3.

- b) En alimentación de equipos portátiles o móviles. Se utilizarán cables con cubierta de policloropeno según UNE 50525-2-21, que sean aptos para servicios móviles, de tensión asignada mínima 450/750 V, flexibles y de sección mínima 1.5 mm². La utilización de estos cables se restringirá a lo estrictamente necesario y como máximo a una longitud de 30 m.

La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Además, todos los cables de longitud igual o superior a 5 m estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos.

1.2 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Según ITC-BT-18, la sección de los conductores de protección será la indicada en la Tabla 84, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-54 apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 82. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

Los valores de la Tabla 82 solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la Tabla 82.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica;
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores,
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos,
- conductores separados desnudos o aislados.

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos, electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones mencionadas anteriormente.

1.3 Identificación de los conductores

Según ITC-BT-19, los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, en especial por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro.

Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

Por tanto, en los circuitos trifásicos, cada fase deberá identificarse con un color diferente, utilizando los colores negro, marrón y gris. En los circuitos monofásicos, la fase estará identificada por el color negro o marrón, independientemente de que estos circuitos se alimenten de fases distintas.

Los cables unipolares de tensión asignada 0.6/1 kV con aislamiento y cubierta no tienen aplicadas diferentes coloraciones, en este caso el instalador deberá identificar los conductores mediante medios apropiados, por ejemplo, mediante un señalizador o argolla, en cada extremo del cable.

1.4 Tubos y canales protectoras

Según se indica en la Memoria, los conductores se colocarán dentro de tubos en canalizaciones fijas en superficie, tubos en canalizaciones enterradas, en el interior de canales protectoras y en bandeja.

1.5 Características mínimas de los tubos, en función del tipo de instalación

1.5.1 Tubos en canalizaciones fijas en superficie

Según ITC-BT-21, en las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en la Tabla 83.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Tª mínima de instalación y servicio	3	Media
Tª máxima de instalación y servicio	2	-5°C
Resistencia al curvado	1	Rígido/ curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/ aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	1-2	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	4	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 83. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50086-2-1, para tubos rígidos y UNE 50086-2-2, para tubos curvables.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. Los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los cables a conducir se muestran en la Tabla 84.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1.5	12	12	16	16	16
2.5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	-
185	50	63	75	-	-
240	50	75	-	-	-

Tabla 84. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores de los cables a conducir.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección será, como mínimo igual a 2.5 veces la sección ocupada por los conductores.

1.5.2 Tubos en canalizaciones enterradas

Según ITC-BT-21, en las canalizaciones enterradas, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50086-2-4 y sus características mínimas serán las indicadas en la Tabla 85.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Tª mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Tª máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos D ≥ 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 85. Características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en la norma UNE-EN 50086-2-4.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados.

1.5.3 Canales protectoras

Según ITC-BT-21, en las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias, las características mínimas de las canales serán las indicadas en la Tabla 86.

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 16 mm	>16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Tª mínima de instalación y servicio	+ 15°C	-5°C
Tª máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama		

Tabla 86. Características mínimas para canalizaciones superficiales ordinarias.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.085.

El número máximo de conductores que pueden ser alojados en el interior de una canal será compatible con un tendido fácilmente realizable y considerando la incorporación de accesorios en la misma canal.

Salvo otras prescripciones en instalaciones particulares, las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de la instalación y servicio, de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50085.

1.5.4 Bandejas

La norma aplicable a las bandejas es la UNE-EN 61537. Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para conducción de cables.

Cabe la posibilidad de que las bandejas soporten cajas de empalme o derivación.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada.

Característica	Grado
Resistencia al impacto	2 Joules
Tª de instalación y servicio	$-5 \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica / aislante
Resistencia a la propagación de llama	No propagador

Tabla 87. Características mínimas de las bandejas.

1.6 Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o metálicas, en cuyo caso estarán protegidas contra la corrosión.

Las dimensiones de las cajas serán suficientes para permitir alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será como mínimo igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento, sino que deberá realizarse utilizando bornes de conexión. Puede permitirse también bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

Los conductores se fijarán firmemente a todas las cajas de salida y de empalme, mediante contratuercas y casquillos. El casquillo deberá ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después se apretará la contratuerca para dejar con firmeza el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo, y de clavos Spit sobre metal.

1.7 Aparatos de protección

La norma UNE-HD 60364-4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección.

1.7.1 Protección contra sobreintensidades

Los conductores activos deberán estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra sobrecargas y cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra sobreintensidades.

Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben permitir la interrupción de toda corriente de sobrecarga que se pueda producir en los conductores del circuito, quedando garantizado el límite de intensidad de corriente admisible del conductor.

Se pueden utilizar fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos de corte omnipolar.

Protección contra cortocircuitos

Deben utilizarse dispositivos de protección capaces de interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa.

Se colocará una protección contra cortocircuitos en el origen de todo circuito, cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de la instalación.

Se pueden utilizar fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

2. Normas de ejecución de las instalaciones

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir lo que se indica en la ITC-BT-21 y en su defecto lo prescrito en la norma UNE-HD 60364-5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

2.1 Tubos en canalizaciones fijas en superficie

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones siguientes:

- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubos serán los especificados por el fabricante conforme a la norma UNE- EN 61386-22.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión conformes a lo establecido en la UNE 60998, montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse también la utilización de bridas de conexión.
- Durante la instalación de los conductores, con el fin de que su aislamiento no se dañe por su roce con los bornes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas de tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos de los tubos como conductores de protección o neutro.
- Para la colocación de los tubos se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas, las canalizaciones se protegerán mediante los siguientes métodos: pantallas de protección calorífuga, alejamiento suficiente de las fuentes de calor, elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir o modificación del material aislante a emplear.

2.2 Canales protectoras

En cuanto a la instalación y colocación de las canales, se tienen las siguientes prescripciones:

- La instalación y puesta en obra de las canales protectoras deberá cumplir lo indicado en la norma UNE 20460-5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20;
- las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada;
- no se podrán utilizar las canales como conductores de protección o neutro, salvo lo dispuesto en la ITC-BT-18 para canalizaciones prefabricadas;
- la tapa de las canales quedará siempre accesible.

2.3 Bandejas

Para la instalación de las bandejas, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Cabe la posibilidad de que las bandejas soporten cajas de empalme o derivación.
- Las bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada.

2.4 Paso a través de elementos de la construcción

Según la ITC-BT-20, el paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo a las siguientes prescripciones:

- En toda longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización que se trate.
- En los pasos de techos por medio de tubo, este estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 cm en otro caso.

3. Pruebas reglamentarias

La verificación de las instalaciones eléctricas previa a su puesta en servicio comprende dos fases: verificación por examen y verificación mediante medidas o ensayos.

3.1 Verificación por examen

Debe preceder a los ensayos y medidas, y normalmente se efectuará para el conjunto de la instalación estando esta sin tensión.

Está destinada a comprobar:

- Si el material eléctrico instalado permanentemente es conforme con las prescripciones establecidas en el proyecto.
- Si el material ha sido elegido e instalado correctamente conforme a las prescripciones del Reglamento y del fabricante del material.
- Que el material no presenta ningún daño visible que pueda afectar a la seguridad.

En concreto, los aspectos cualitativos que este tipo de verificación debe tener en cuenta son los siguientes:

- La existencia de medidas de protección contra los choques eléctricos por contacto de partes bajo tensión o contactos directos, como, por ejemplo: el aislamiento de las partes activas, el empleo de envolventes, barreras, obstáculos o alejamiento de las partes en tensión.
- La existencia de medidas de protección contra choques eléctricos derivados del fallo de aislamiento de las partes activas de la instalación, es decir, contactos indirectos. Dichas medidas pueden ser el uso de dispositivos de corte automático de la alimentación tales como interruptores de máxima corriente, fusibles, o diferenciales, la utilización de equipos y materiales de clase II, disposición de paredes y techos aislantes o alternativamente de conexiones equipotenciales en locales que no utilicen conductor de protección, etc.
- La existencia y calibrado de los dispositivos de protección y señalización.
- La presencia de barreras cortafuegos y otras disposiciones que impidan la propagación del fuego, así como protecciones contra efectos térmicos.
- La utilización de materiales y medidas de protección apropiadas a las influencias externas.
- La existencia y disponibilidad de esquemas, advertencias e informaciones similares.
- La identificación de circuitos, fusibles, interruptores, bornes, etc.
- La correcta ejecución de las conexiones de los conductores.

3.2 Verificaciones mediante medidas o ensayos

Las verificaciones descritas en la ITC-BT-19 e ITC-BT-18 son las siguientes:

3.2.1 Medida de continuidad de los conductores de protección

Esta medición se efectúa mediante un ohmímetro que aplica una intensidad continua del orden de 200 mA con cambio de polaridad, y equipado con una fuente de tensión continua capaz de generar de 4 a 24 voltios de tensión continua en vacío. Los circuitos probados deben estar libres de tensión. Si la medida se efectúa a dos hilos es necesario descontar la resistencia de los cables de conexión del valor de resistencia medido.

3.2.2 Medida de la resistencia de puesta a tierra

Las condiciones de medida y su periodicidad se indican en la ITC-BT-18. Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad de cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o funcionamiento.

3.2.3 Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento al menos igual al valor indicado en la Tabla 88.

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Inferior o igual a 500 V	500	≥0,5

Tabla 88. Valores mínimos de resistencia de aislamiento de la instalación.

Este aislamiento se entiende para una instalación en la cual la longitud del conjunto de canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que las componen no exceda de 100 metros. Cuando esta longitud exceda del valor anteriormente citado y pueda fraccionarse la instalación en partes de aproximadamente 100 metros de longitud, bien por seccionamiento, desconexión, retirada de fusibles o apertura de interruptores, cada una de las partes en que la instalación ha sido fraccionada debe presentar la resistencia de aislamiento que corresponda según la tabla anterior.

Cuando la instalación tenga circuitos con dispositivos electrónicos, en dichos circuitos los conductores de fase y el neutro estarán unidos entre sí durante las medidas.

3.2.4 Medida de la rigidez dieléctrica

Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

Adicionalmente, se han de considerar otras medidas y comprobaciones que son necesarias para garantizar que se han adoptado convenientemente los requisitos de protección contra choques eléctricos:

3.2.5 Medida de las corrientes de fuga

Es conveniente efectuar para cada uno de los circuitos protegidos con interruptores diferenciales la medida de las corrientes de fuga, a la tensión de servicio de la instalación y con los receptores conectados. Los valores medidos deben ser inferiores a la mitad de la sensibilidad de los interruptores diferenciales instalados para protección de cada uno de los circuitos.

3.2.6 Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales

Cuando el sistema de protección contra los choques eléctricos está confiado a interruptores diferenciales, se debe cumplir:

$$R_A \times I_a \leq U$$

Donde:

R_A : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas;

I_a : es la corriente diferencial – residual asignada al diferencial;

U : es la tensión de contacto límite convencional (50 V o 24 V, según el caso).

Para garantizar la seguridad de la instalación se tienen que dar dos condiciones, la primera que la tensión de contacto que se pueda presentar en la instalación en función de los diferenciales instalados sea menor que el valor límite convencional (50 V), y la segunda que los diferenciales funcionen correctamente.

3.2.7 Comprobación de la secuencia de fases

Esta comprobación se efectúa mediante un equipo específico o utilizando un comprobador multifunción de baja tensión que tenga esa capacidad. Esta medida es necesaria por ejemplo si se van a conectar motores trifásicos, de forma que se asegure que la secuencia de fases es directa antes de conectar el motor.

4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

Los titulares de las instalaciones serán responsables de mantenerlas en buen estado de funcionamiento, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, éstas deberán ser efectuadas por un instalador autorizado. Cualquier actuación de este último debe, por tanto, ir seguida de la correspondiente verificación del trabajo realizado, siendo el propio instalador quien debe verificar la instalación.

4.1 Condiciones de uso

4.1.1 Puesta a tierra

Precauciones

Se procurará que cualquier nueva instalación y, en general, todo elemento metálico importante, esté conectado a la red de toma de tierra.

Prescripciones

El usuario deberá disponer del plano actualizado y definitivo de la instalación de toma de tierra, en el que queden reflejados los distintos componentes de la instalación.

Ante cualquier modificación en la instalación o en sus condiciones de uso, un técnico competente especialista en la materia deberá realizar un estudio previo.

Todos los receptores y luminarias que incorporen la conexión correspondiente se conectarán a la red de tierra.

El punto de puesta a tierra y su arqueta deberán estar libres de obstáculos que impidan su accesibilidad. Ante una sequedad extraordinaria del terreno, se realizará un humedecimiento periódico de la red de tomas de tierra (siempre que la medición de la resistencia de tierra lo demande y bajo la supervisión de profesional cualificado).

Prohibiciones

No se interrumpirán o cortarán las conexiones de la red de tierra.

No se utilizarán las tuberías metálicas como elementos de puesta a tierra de aparatos.

4.1.2 Cajas generales de protección

Precauciones

Se procurará no obstruir el acceso libre y permanente de la compañía suministradora a la hornacina donde se ubica la caja general de protección.

Prescripciones

Ante cualquier modificación en la instalación o en sus condiciones de uso un técnico competente especialista en la materia deberá realizar un estudio previo.

Después de producirse algún incidente en la instalación eléctrica, se comprobará mediante inspección visual el estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección.

Prohibiciones

No se realizarán obras junto a la hornacina donde se ubica la caja general de protección, ni conexiones de ningún tipo, sin autorización de la compañía suministradora.

4.1.3 Derivaciones individuales

Precauciones

Se evitará la obstrucción de las tapas de registro.

Prescripciones

Ante cualquier modificación en la instalación o en sus condiciones de uso un técnico competente especialista en la materia deberá realizar un estudio previo.

Prohibiciones

No se pasará ningún tipo de instalación por los huecos y canaladuras que discurren por zonas de uso común.

4.1.4 Instalación interior

Precauciones

Cada vez que se abandone el edificio por un periodo largo de tiempo, se desconectará el interruptor general, comprobando que no afecte a ningún aparato.

Antes de realizar un taladro en un paramento, se asegurará de que en ese punto no existe una canalización eléctrica que pueda provocar un accidente.

Cualquier aparato o receptor que se vaya a conectar a la red llevará las clavijas adecuadas para la perfecta conexión, con su correspondiente toma de tierra.

Al utilizar o conectar algún aparato eléctrico, se tendrán siempre las manos secas y se evitará estar descalzo o con los pies húmedos.

Prescripciones

Ante cualquier modificación en la instalación o en sus condiciones de uso un técnico competente especialista en la materia deberá realizar un estudio previo.

Cuando salte algún interruptor automático, se localizará la causa que lo produjo antes de proceder a su rearme. Si se originó a causa de la conexión de algún aparato defectuoso, éste se desenchufará. Si, a pesar de ello, el mecanismo no se deja rearmar o la incidencia está motivada por cualquier otra causa compleja, se avisará a un profesional cualificado.

Después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual el estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del armario y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.

El usuario deberá disponer del plano actualizado y definitivo de la instalación eléctrica interior, en el que queden reflejados los distintos componentes de la instalación privativa, tales como cuadro general de distribución, circuitos interiores y puntos de luz, mediante un símbolo y/o número específico.

Antes de poner en marcha un aparato eléctrico nuevo, deberá asegurarse que la tensión de alimentación coincide con la que suministra la red.

Antes de manipular cualquier aparato eléctrico, se desconectará de la red.

Si un aparato da corriente, se debe desenchufar inmediatamente y avisar a un técnico o instalador autorizado. Si la operación de desconexión puede resultar peligrosa, conviene desconectar el interruptor general antes de proceder a la desconexión del aparato.

Las clavijas que posean toma de tierra se conectarán exclusivamente a una toma de corriente con toma de tierra, para que el receptor que se conecte a través de ella quede protegido y con ello a su vez se proteja la integridad del usuario.

Es obligatoria la conexión a la red de tierra de todos los receptores y luminarias que incorporen la conexión correspondiente. Todo receptor que tenga clavija con toma de tierra deberá ser conectado exclusivamente en tomas con dicha toma de tierra.

Se mantendrán desconectados de la red durante su limpieza los aparatos eléctricos y los mecanismos.

Los aparatos eléctricos se desenchufarán tirando de la clavija, nunca del cable. El buen mantenimiento debe incluir la ausencia de golpes y roturas. Ante cualquier síntoma de foguero, se sustituirá la clavija y el enchufe, si también estuviese afectado.

Prohibiciones

No se tocará el cuadro de mando y protección con las manos mojadas o húmedas, ni se accionará ninguno de sus mecanismos.

No se suprimirán ni puentearán, bajo ningún motivo, los fusibles e interruptores diferenciales.

No se suprimirán ni se aumentará unilateralmente la intensidad de los interruptores magnetotérmicos.

No se permitirá la prolongación incontrolada de una línea eléctrica mediante manguera sujeta a la pared o tirada al suelo.

No se manipularán los cables de los circuitos ni sus cajas de conexión o derivación.

No se enchufará una clavija cuyas espigas no estén perfectamente afianzadas a los alvéolos de la toma de corriente, ya que este hecho origina averías que pueden llegar a ser muy graves.

No se forzará la introducción de una clavija en una toma inadecuada de menores dimensiones.

No se conectarán clavijas con tomas múltiples o ladrones, salvo que incorporen sus protecciones específicas.

No se tocarán ni las clavijas ni los receptores eléctricos con las manos mojadas o húmedas.

El usuario no manipulará los hilos de los cables, por lo que nunca conectará ningún aparato que no posea la clavija correspondiente.

No se pulsará repetida e innecesariamente los mecanismos interiores, ya que con independencia de los perjuicios que pudiera ocasionar al receptor al que se alimente, se está fatigando prematuramente el mecanismo.

El usuario no retirará ni manipulará los mecanismos de la instalación.

No se manipularán los alvéolos de las tomas de corriente con ningún objeto ni se tocarán con líquidos o humedades.

No se conectarán receptores que superen la potencia de la propia toma ni se conectarán enchufes múltiples cuya potencia total supere a la de la propia toma.

4.1.5 Equipo de compensación de reactiva

Prescripciones

Antes de efectuar cualquier manipulación de los elementos de la batería, deberá quitarse la alimentación del equipo y dejar transcurrir 5 minutos para dejar descargar los condensadores.

4.1.6 Iluminación interior

Precauciones

Durante las fases de realización del mantenimiento (tanto en la reposición de las lámparas como durante la limpieza de los equipos) se mantendrán desconectados los interruptores automáticos correspondientes a los circuitos de la instalación de alumbrado.

Prescripciones

Ante cualquier modificación en la instalación o en sus condiciones de uso (ampliación de la instalación o cambio de destino del edificio) un técnico competente especialista en la materia deberá realizar un estudio previo y certificar la idoneidad de la misma de acuerdo con la normativa vigente.

La reposición de las lámparas de los equipos de alumbrado deberá efectuarse cuando éstas alcancen su duración media mínima o en el caso de que se aprecien reducciones de flujo importantes. Dicha reposición se efectuará preferentemente por grupos de equipos completos y áreas de iluminación.

El papel del usuario deberá limitarse a la observación de la instalación y sus prestaciones.

Cualquier anomalía observada deberá ser comunicada a la compañía suministradora.

Todas las lámparas repuestas serán de las mismas características que las reemplazadas.

Siempre que se revisen las instalaciones, un instalador autorizado reparará los defectos encontrados y repondrá las piezas que sean necesarias.

Prohibiciones

Las lámparas o cualquier otro elemento de iluminación no se suspenderán directamente de los cables correspondientes a un punto de luz. Solamente con carácter provisional, se utilizarán como soporte de una bombilla.

No se impedirá la buena refrigeración de la luminaria mediante objetos que la tapen parcial o totalmente, para evitar posibles incendios.

4.2 Condiciones de mantenimiento, por el usuario

Cada 3 meses:

Inspección visual de mecanismos interiores para posible detección de anomalías visibles y dar aviso al profesional.

Cada año:

Comprobación del correcto funcionamiento de los interruptores diferenciales.

Comprobación del correcto funcionamiento de los interruptores magnetotérmicos.

Cuando por sobreintensidad o cortocircuito saltara un interruptor magnetotérmico habría que actuar de la siguiente manera: Desconexión de aquel receptor eléctrico con el que se produjo la avería o, en su caso, desconectar el correspondiente interruptor; rearme (o activado) del magnetotérmico del fallo para recuperar el suministro habitual; revisión del receptor eléctrico que ha originado el problema o, en su caso, comprobación de que su potencia es menor que la que soporta el magnetotérmico.

Inspección visual para comprobar el buen estado de los enchufes a través del buen contacto con las espigas de las clavijas que soporte y de la ausencia de posibles fogueados de sus alvéolos.

Limpieza superficial de los enchufes con un trapo seco.

Cada 5 años:

Limpieza superficial de las clavijas y receptores eléctricos, siempre con bayetas secas y en estado de desconexión.

Limpieza superficial de los mecanismos, siempre con bayetas secas y preferiblemente con desconexión previa de la corriente eléctrica.

4.3 Condiciones de mantenimiento, por el personal cualificado

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

Cada cinco años, se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Cada cinco años, se comprobará el aislamiento de la instalación interior que entre cada conductor y tierra y entre cada dos conductores no deberá ser inferior a 500.000 ohmios.

Cada cinco años, en baños y aseos y cuando obras realizadas en estos hubieran podido dar lugar al corte de los conductores, se comprobará la continuidad de las conexiones equipotenciales entre masas y elementos conductores, así como con el conductor de protección.

Cada dos años y en la época en la que el terreno está más seco, se medirá la resistencia de la tierra y se comprobará que no sobrepasa el valor prefijado, asimismo, se comprobará mediante inspección visual el estado frente a la corrosión de la conexión de la barra de puesta a tierra con la arqueta y la continuidad de la línea que las une.

Cada dos años, se comprobará mediante inspección visual el estado frente a la corrosión de todas las conexiones, así como la continuidad de las líneas. Se repararán los defectos encontrados.

Las comprobaciones específicas serán realizadas por un Instalador Autorizado por el Servicio Territorial de Industria y Energía, de la Conselleria de Industria y Comercio.

4.4 Inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas en zonas clasificadas como emplazamientos de Clase II

La inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas situadas en el interior de emplazamientos peligrosos por fibras o partículas en suspensión inflamables deberá realizarse de acuerdo con la norma UNE-EN 60079-17, que trata la inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas.

La inspección y mantenimiento se debe llevar a cabo solamente por personal experimentado cuya formación incluya la instrucción sobre los distintos modos de protección y prácticas de la instalación, los requisitos de la norma UNE-EN 60079-17, reglamentos nacionales relevantes o reglas propias de la empresa aplicables a la instalación, y los principios generales de clasificación de los emplazamientos. Debe estar disponible la evidencia de la experiencia apropiada y de la formación demandada.

5. Certificados y documentación que debe disponer el titular. Autorización de la instalación

Según ITC-BT-04, una vez finalizadas las obras y realizadas las verificaciones e inspección inicial, el instalador autorizado deberá emitir un Certificado de Instalación, según el modelo establecido por la Administración, que deberá comprender, al menos, lo siguiente:

- a) los datos referentes a las principales características de la instalación;
- b) la potencia prevista de la instalación;
- c) en su caso, la referencia del certificado del Organismo de Control que hubiera realizado con calificación de resultado favorable, la inspección inicial;
- d) identificación del instalador autorizado responsable de la instalación;
- e) declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y, en su caso, con las especificaciones particulares aprobadas a la Compañía eléctrica, así como con el Proyecto.

Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, el instalador autorizado deberá presentar ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, al objeto de su inscripción en el correspondiente registro, el Certificado de Instalación con su correspondiente anexo de información al usuario, por quintuplicado, al que se acompañará el Proyecto, así como el certificado de Dirección de Obra firmado por el correspondiente técnico titulado competente, y el certificado de inspección inicial con calificación de resultado favorable, del Organismo de Control, si procede.

El Órgano competente de la Comunidad Autónoma deberá diligenciar las copias del Certificado de Instalación y, en su caso, del certificado de inspección inicial, devolviendo cuatro al instalador autorizado, dos para sí y las otras dos para la propiedad, a fin de que ésta pueda, a su vez, quedarse con una copia y entregar otra a la compañía eléctrica, requisito sin el cual ésta no podrá suministrar energía a la instalación, salvo lo indicado en el Artículo 18.3 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

6. Libro de órdenes

En la presente instalación no se ha previsto la obligatoriedad del Libro de órdenes.

PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. Materiales	185
1.2 Cuadros, protecciones y compensación de reactiva	187
1.3 Tomas de corriente.....	191
1.4 Luminarias	192
1.5 Alumbrado de emergencia.....	192
1.6 Puesta a tierra	193
2. Mano de obra	194
I. Presupuesto de ejecución material (PEM)	195
II. Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)	196

1. Materiales

1.1 Conductores y canalizaciones

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
01	m	TOPCABLE unipolar H07V-K 2.5 mm ²	180	0.23	41.40
02	m	TOPCABLE unipolar H07V-K 6 mm ²	195	0.53	103.35
03	m	TOPCABLE unipolar H07V-K 10 mm ²	105	0.89	93.45
04	m	TOPCABLE unipolar RV-K 6 mm ²	255	0.91	232.05
05	m	TOPCABLE unipolar RV-K 10 mm ²	600	1.40	840.00
06	m	TOPCABLE unipolar RV-K 25 mm ²	80	2.04	163.20
07	m	TOPCABLE unipolar RV-K 35 mm ²	75	3.17	237.75
08	m	TOPCABLE unipolar RV-K 70 mm ²	225	8.38	1885.50
09	m	TOPCABLE unipolar RV-K 120 mm ²	20	10.33	206.60
10	m	TOPCABLE unipolar RV-K 120 mm ²	60	28.42	1705.20
11	m	TOPCABLE multipolar RV-K 4 x 2.5 mm ²	55	1.45	79.75
12	m	TOPCABLE multipolar RV-K 5 x 2.5 mm ²	45	1.77	79.65
13	m	TOPCABLE multipolar RV-K 4 x 4 mm ²	50	2.20	110.00
14	m	TOPCABLE multipolar RV-K 5 x 16 mm ²	90	8.15	733.50

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
15	m	TOPCABLE multipolar RV-K 4 x 50 mm ²	65	25.69	1687.40
16	m	TOPCABLE multipolar RZ1MZ1-K (AS) 4 x 2.5 mm ²	40	16.98	679.20
17	m	TOPCABLE multipolar RZ1MZ1-K (AS) 4 x 2.5 mm ²	50	20.37	1018.50
18	m	TOPCABLE multipolar RZ1MZ1-K (AS) 4 x 2.5 mm ²	10	25.20	252.00
19	m	TOPCABLE multipolar RZ1MZ1-K (AS) 4 x 2.5 mm ²	25	51.04	1275.95
20	m	TOPCABLE multipolar RZ1MZ1-K (AS) 4 x 2.5 mm ²	85	88.94	7559.90
21	m	TOPCABLE unipolar RZ1- K (AS) 240 mm ²	150	21.03	3154.50
22	m	TOPCABLE unipolar RZ1- K (AS) 120 mm ²	100	10.71	1071.00
23	m	Tubo PVC	160	1.49	238.40
24	m	Canalización ventilada	40	15.67	626.80
25	m	Bandeja perforada	170	12.67	2153.90
Subtotal cables y canalizaciones:					26228.95

1.2 Cuadros, protecciones y compensación de reactiva

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
26	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 11, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102.	1	252.40	252.40
27	Ud	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	1	110.00	110.00
28	Ud	Cuadro general con módulo de embarrado general, incluso pletinas de cobre, cableado y accesorios.	1	405.30	405.30
29	Ud	Cuadro secundario fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40, doble aislamiento (clase II). Según UNE-EN 60670-1.	4	50.77	203.08

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
30	Ud	Fusible NH, 315A	6	169.10	1014.60
31	Ud	IA VigiCompact NSX630 (4P) 630A	1	7745.78	7745.78
32	Ud	IA Compact NSX400 (4P) 400A	1	4183.15	4183.15
33	Ud	IA Compact NSX160 (4P) 160A	1	1276.40	1276.40
34	Ud	IA magnetotérmico NG125N (2P) 80A, Curva C	1	237.46	237.46
35	Ud	IA magnetotérmico NG125 (4P) 100A, Curva C	1	539.09	539.09
36	Ud	IA iC60H (3P) 16 A, Curva D	1	45.70	45.70
37	Ud	IA iC60H (3P) 63 A, Curva D	1	112.41	112.41
38	Ud	IA iC60H (2P) 40 A, Curva C	1	48.51	48.51
39	Ud	IA iC60H (2P) 10 A, Curva C	3	36.91	110.73
40	Ud	IA C120N (3P) 80A, Curva D	1	371.57	371.57
41	Ud	IA iC60N (3P) 25 A, Curva D	1	218.70	218.70
42	Ud	IA iC60N (3P) 10 A, Curva D	1	204.55	204.55
43	Ud	IA iC60N (2P) 32 A, Curva D	1	106.70	106.70
44	Ud	IA iC60N (3P) 16 A, Curva D	1	208.44	208.44
45	Ud	IA iC60N (4P) 16 A, Curva D	1	134.72	134.72

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
46	Ud	IA iC60N (2P) 16 A, Curva D	1	57.91	57.91
47	Ud	IA iC60N (3P) 10 A, Curva D	1	204.50	204.50
48	Ud	IA iC60N (3P) 20 A, Curva D	1	208.40	208.40
49	Ud	IA iC60N (3P) 20 A, Curva C	1	98.78	98.78
50	Ud	IA iC60N (3P) 10 A, Curva C	1	94.15	94.15
51	Ud	IA iC60H (2P) 25 A, Curva C	1	60.83	60.83
52	Ud	IA iC60H (2P) 32 A, Curva C	1	64.44	64.44
53	Ud	IA iC60H (2P) 20 A, Curva C	1	59.71	59.71
54	Ud	IA iC60L (3P) 32 A, Curva C	1	296.89	296.89
55	Ud	IA iC60L (3P) 50 A, Curva C	2	300.50	601.00
56	Ud	IA iC60L (4P) 16 A, Curva C	2	355.85	711.70
57	Ud	IA iC60L (4P) 40 A, Curva C	2	422.45	844.90
58	Ud	IA iC60L (2P) 10 A, Curva C	1	170.33	170.33
59	Ud	IA C120H (3P) 80 A, Curva D	2	351.66	703.32
60	Ud	IA C120H (3P) 100 A, Curva D	2	352.23	704.46
61	Ud	Bloque diferencial Quick Vigi iC60 (3P) 20 A, 300 mA	1	221.90	221.90

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
62	Ud	Bloque diferencial Quick Vigí iC60 (3P) 63 A, 300 mA	1	293.02	293.02
63	Ud	Bloque diferencial Quick Vigí iC60 (2P) 50 A, 30 mA	1	347.33	347.33
64	Ud	Bloque diferencial Quick Vigí iC60 (2P) 16 A, 30 mA	3	219.05	657.15
65	Ud	Bloque diferencial Quick Vigí iC60 (4P) 40 A, 30 mA	1	295.72	295.72
66	Ud	Bloque diferencial Quick Vigí iC60 (2P) 20 A, 30 mA	1	219.05	219.05
67	Ud	Bloque diferencial Quick Vigí iC60 (3P) 63 A, 300 mA	2	293.02	586.04
68	Ud	Bloque diferencial Vigí C120 (3P) 100 A, 300 mA	3	364.39	1093.17
69	Ud	Bloque diferencial Quick Vigí iC60 (4P) 20 A, 30 mA	2	251.15	502.30
70	Ud	Bloque diferencial Vigí C120 (3P) 125 A, 300 mA	2	364.39	728.78
71	Ud	Bloque diferencial Quick Vigí iC60 (3P) 50 A, 300 mA	2	293.02	586.04
72	Ud	Bloque diferencial Quick Vigí iC60 (3P) 32 A, 300 mA	1	233.15	233.15
73	Ud	Bloque diferencial Quick Vigí iC60 (3P) 16 A, 300 mA	1	221.90	221.90

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
74	Ud	Bloque diferencial Quick Vigi iC60 (4P) 20 A, 300 mA	1	223.04	223.04
75	Ud	Bloque diferencial Quick Vigi iC60 (3P) 20 A, 300 mA	2	221.90	443.80
76	Ud	Bloque diferencial Quick Vigi iC60 (3P) 16 A, 300 mA	1	221.90	221.90
77	Ud	Bloque diferencial Quick Vigi iC60 (3P) 25 A, 300 mA	1	221.90	221.90
78	Ud	Bloque diferencial Quick Vigi iC60 (3P) 40 A, 300 mA	1	233.15	233.15
79	Ud	Batería de condensadores VarSet con interruptor automático 137.5 kVar		4855.00	4855.00
Subtotal cuadros, protecciones y compensación de reactiva:					34385.31

1.3 Tomas de corriente

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
80	Ud	Toma de corriente monofásica 16 A	10	9.68	96.80
81	Ud	Toma de corriente trifásica 32 A	1	13.15	13.15
Subtotal tomas de corriente:					109.95

1.4 Luminarias

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
82	Ud	PHILIPS BY120P G2 1xLED105S/840 WB	42	345.00	14490.00
83	Ud	PHILIPS 4MX900 491 1xLED75S/840 PSD WB	4	160.00	640.00
84	Ud	PHILIPS DN135B D215 1xLED20S/840	4	65.00	260.00
85	Ud	PHILIPS SM416V W17L169 1xLED34S/840	8	175.00	1400.00
86	Ud	PHILIPS SM461V W17L169 1xLED40S/840	5	185.00	925.00
87	Ud	BY120Z G3 MB (soporte montaje-lira)	42	30.00	1260.00
Subtotal luminarias:					18975.00

1.5 Alumbrado de emergencia

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
88	Ud	DAISALUX HYDRA LD N2	23	52.28	1202.44
89	Ud	DAISALUX HYDRA LD N8	4	78.39	313.56
90	Ud	DAISALUX ZES N12 A	7	264.18	1849.26
91	Ud	DAISALUX KES HYDRA	18	32.39	583.02
Subtotal alumbrado de emergencia:					3948.28

1.6 Puesta a tierra

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
92	Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	2	18.00	36.00
93	m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	19	2.81	53.39
94	Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	2	1.00	2.00
95	Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	1	74.00	74.00
96	Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	1	46.00	46.00
97	Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	1	3.50	3.50
98	Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1	1.15	1.15
Subtotal puesta a tierra:					216.04

2. Mano de obra

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
99	h	Oficial electricista	768	17.82	13685.76
100	h	Ayudante electricista	768	16.10	12364.80
Subtotal mano de obra:					26050.56

I. Presupuesto de ejecución material (PEM)

Presupuesto de ejecución material (PEM)	Importe (€)
1. Materiales	84863.53
1.1 Conductores y canalizaciones	26228.95
1.2 Cuadros, protecciones y compensación de reactiva	34385.31
1.3 Tomas de corriente	109.95
1.4 Luminarias	19975.00
1.5 Alumbrado de emergencia	3948.28
1.6 Puesta a tierra	216.04
2. Mano de obra	26050.56
Total: 110914.09	

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de CIENTO DIEZ MIL NOVECIENTOS CATORCE EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS.

II. Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)

Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)	Importe (€)
1. Materiales	84863.53
1.1 Conductores y canalizaciones	26228.95
1.2 Cuadros, protecciones y compensación de reactiva	34385.31
1.3 Tomas de corriente	109.95
1.4 Luminarias	19975.00
1.5 Alumbrado de emergencia	3948.28
1.6 Puesta a tierra	216.04
2. Mano de obra	26050.56
3. Gastos generales 4%	4436.53
4. Beneficio industrial 10%	11091.41
<hr/>	
PEC Parcial (1+2+3+4): 126442.03	
PEC Total= 126442.03 + IVA (21%): 152994.86	

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de CIENTO CIENCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

PLANOS

ÍNDICE DE LOS PLANOS

Plano nº01. Situación y emplazamiento

Plano nº02. Distribución en planta

Plano nº03. Instalación eléctrica

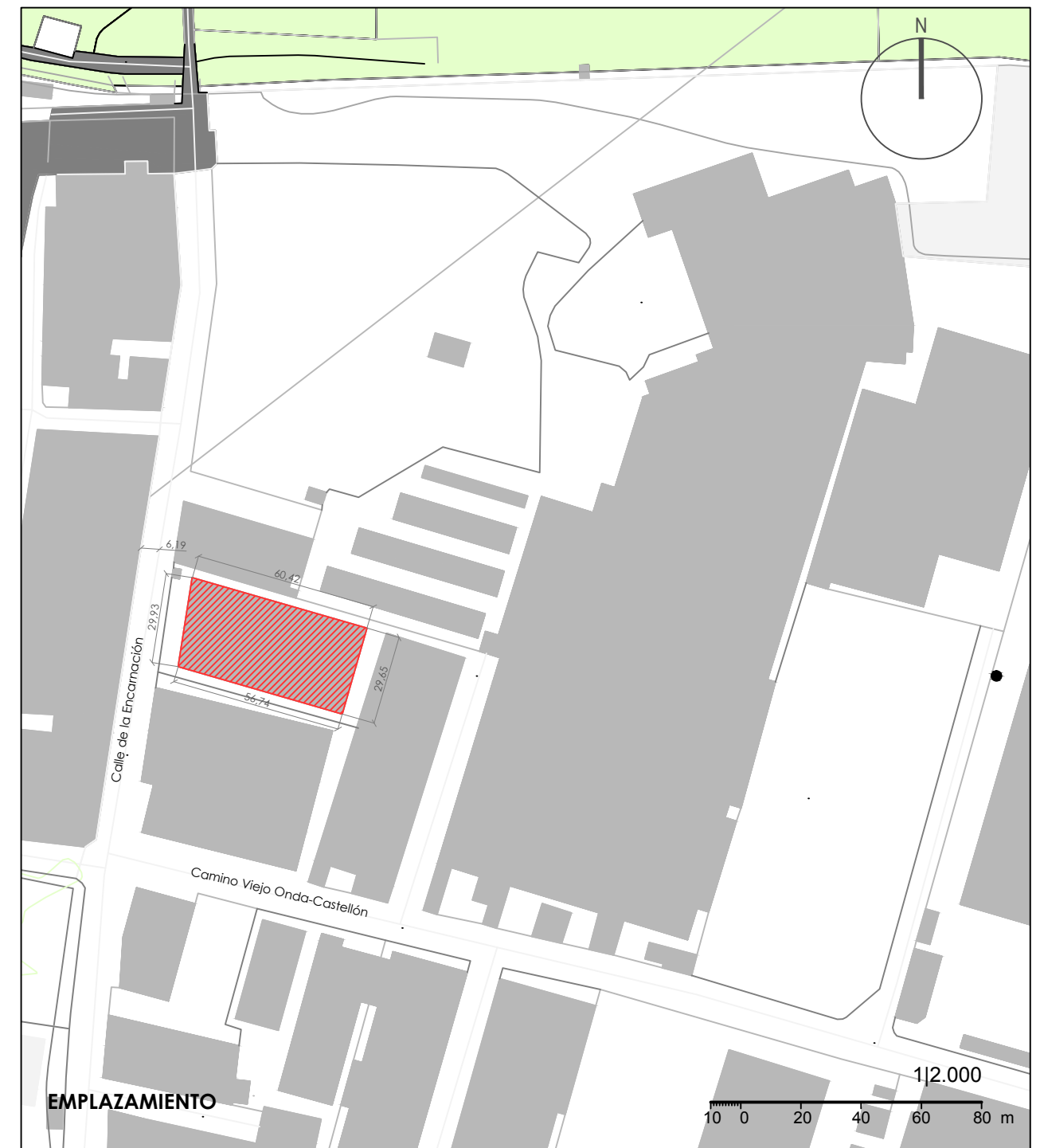
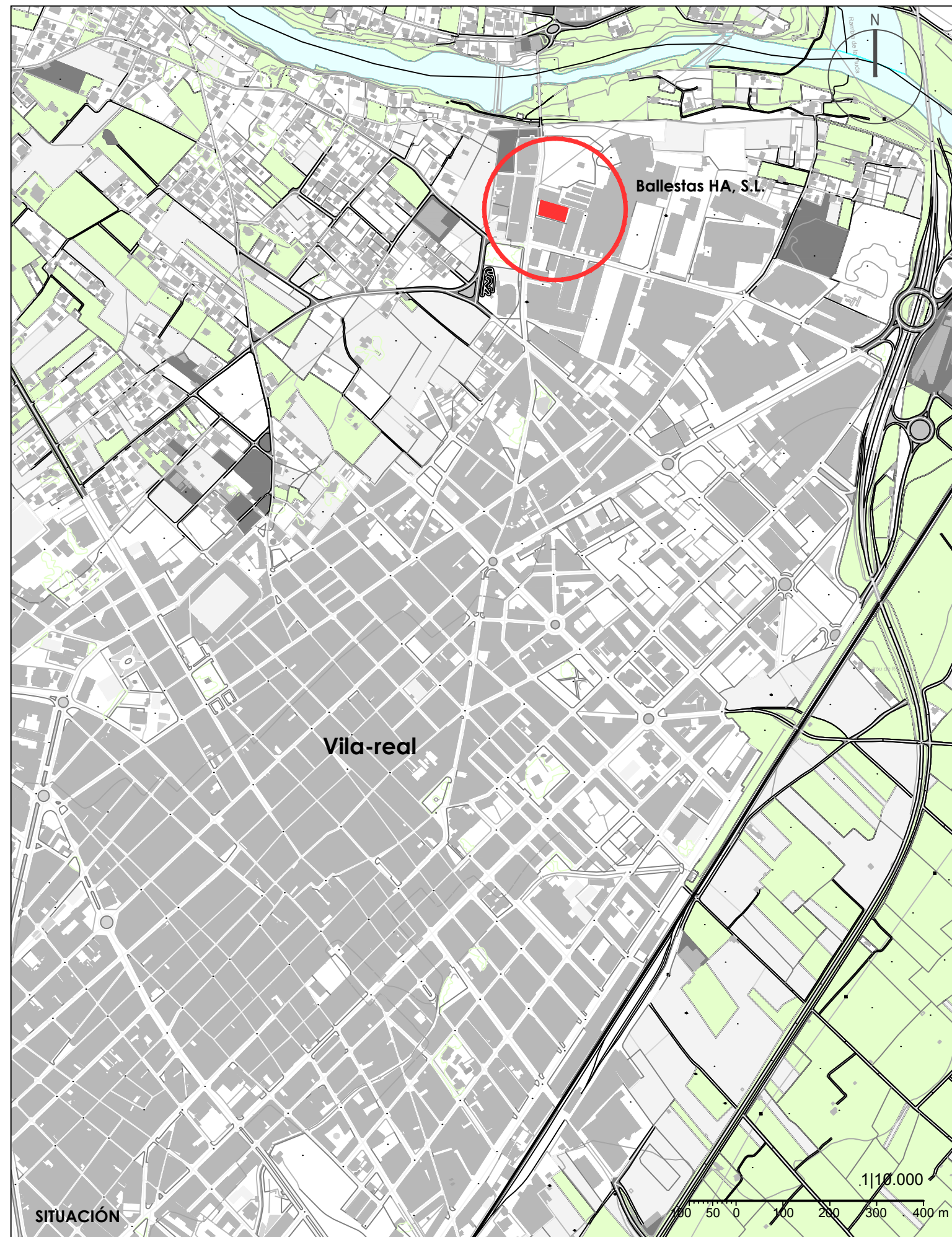
Plano nº04. Zonas ATEX

Plano nº05. Sección

Plano nº06. Alzado

Plano nº07. Detalle puesta a tierra

Plano nº08. Esquema unifilar



BALLESTAS HA, S.L.
C/ Encarnació N° 1 y 2, 12.540 Vila-real (Castellón)
Referencia Catastral:
8666945YK4286N0001OJ
8666945YK4286N0002PK

TRABAJO FINAL DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA FÁBRICA DE BALLESTAS DE COMPOSITE

PLANO

Situación y Emplazamiento

N° PLANO
01

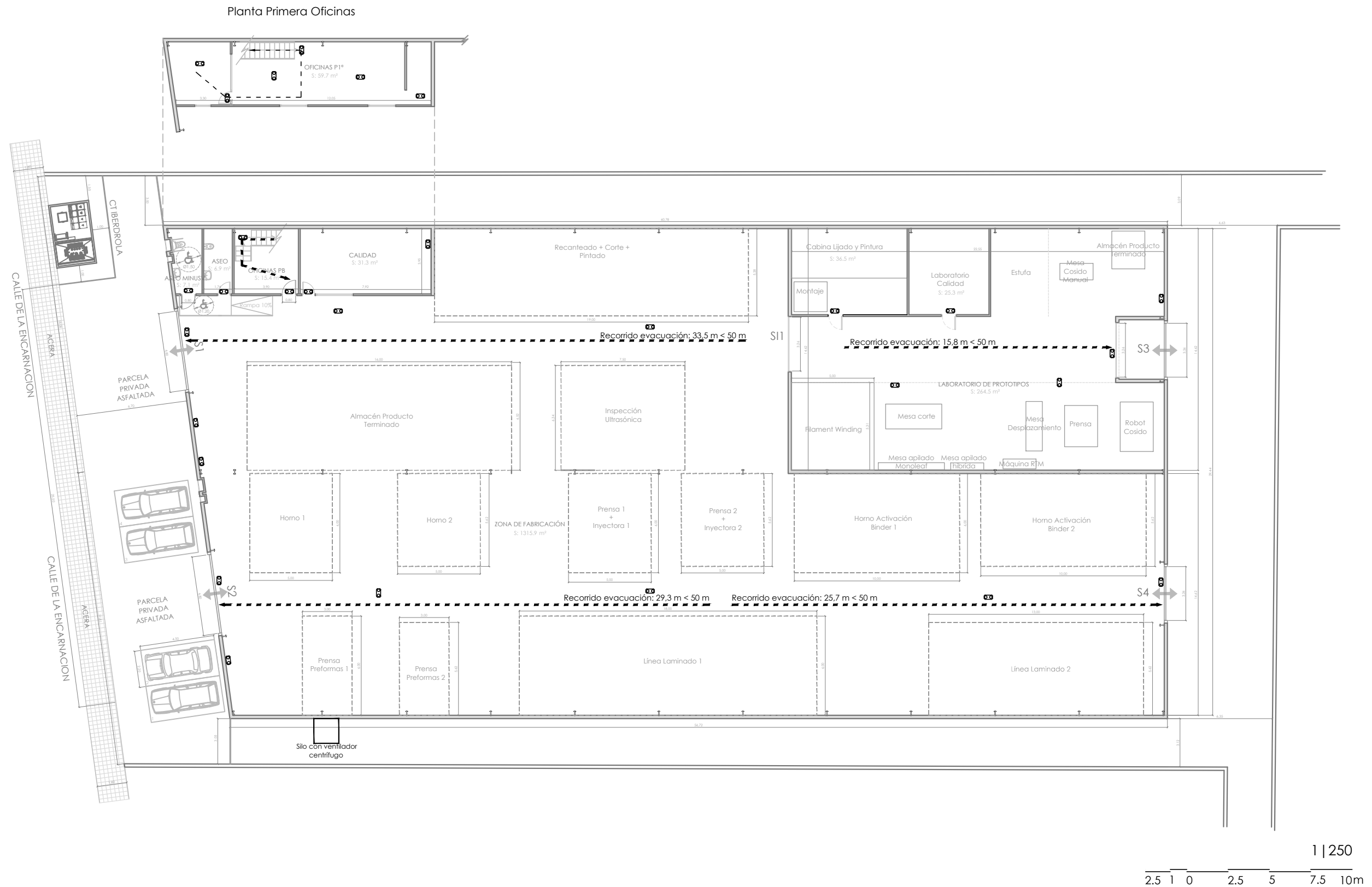
ALUMNA
Virginia Martínez Sánchez

FECHA
Julio 2.017

ESCALA
Ver plano



TRABAJO FINAL DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Leyenda

- ■ Recorrido evacuación
- ☼ Luminaria de emergencia

TRABAJO FINAL DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA FÁBRICA DE BALLESTAS DE COMPOSITE

PLANO

Distribución en Planta - Recorridos evacuación

Nº PLANO

02

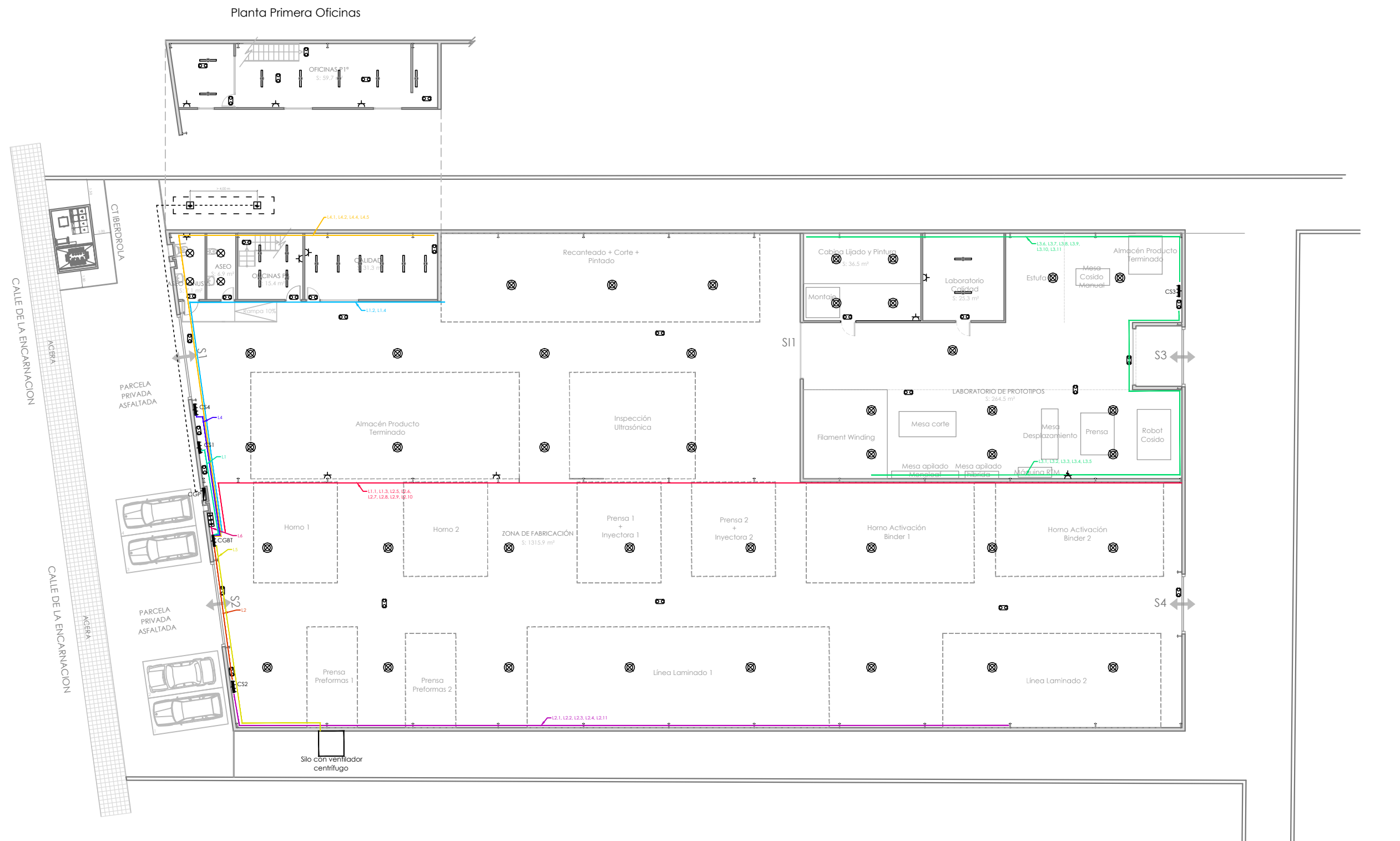
ALUMNA
Virginia Martínez Sánchez

FECHA
Julio 2.017

ESCALA
1/250



TRABAJO FINAL DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Legenda

- Cuadro secundario (CSX)
- Cuadro General de protección (CGP)
- Toma de uso general
- Toma de trifásica
- Arqueta de Puesta a Tierra
- Posición de luminaria de Aseo
- Posición de luminaria de Oficina
- Posición de luminaria Industrial
- Batería de Condensadores

1 | 250
2.5 1 0 2.5 5 7.5 10m

TRABAJO FINAL DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA FÁBRICA DE BALLESTAS DE COMPOSITE

PLANO

Distribución en Planta - Instalación eléctrica

Nº PLANO

03

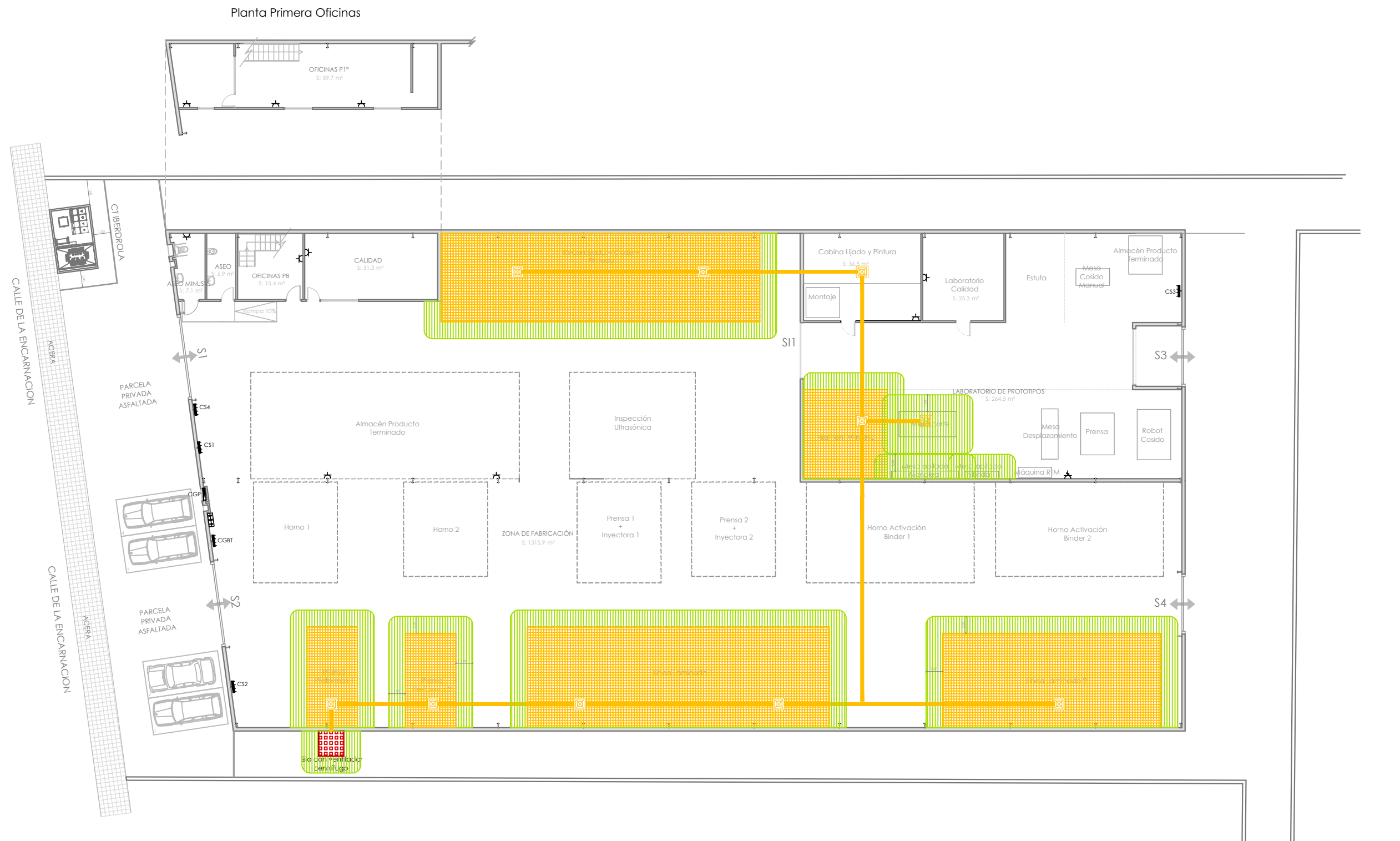
ALUMNA
Virginia Martínez Sánchez

FECHA
Julio 2.017









ESCALA
1/250



TRABAJO FINAL DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Leyenda

-  Punto de aspiración de partículas
-  Conductos del Sistema de Aspiración
-  Elemento en Zona 20
-  Elemento en Zona 21
-  Elemento en Zona 22
-  Zona 20 (ATEX)
-  Zona 21 (ATEX)
-  Zona 22 (ATEX)

1 | 250

2.5 1 0 2.5 5 7.5 10m

TRABAJO FINAL DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA FÁBRICA DE BALLESTAS DE COMPOSITE

PLANO

Distribución en Planta - Zonas ATEX y Sistema de Aspiración

Nº PLANO

04

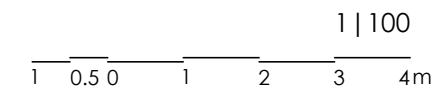
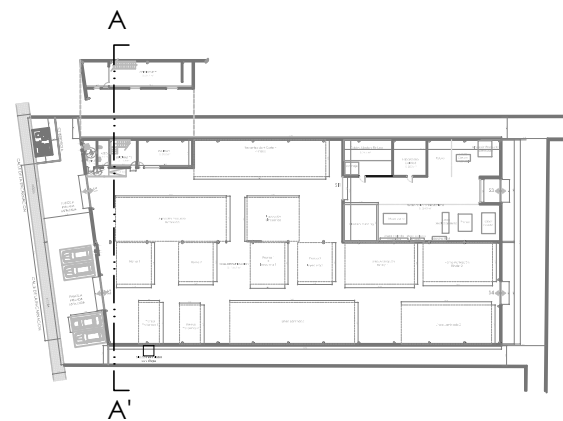
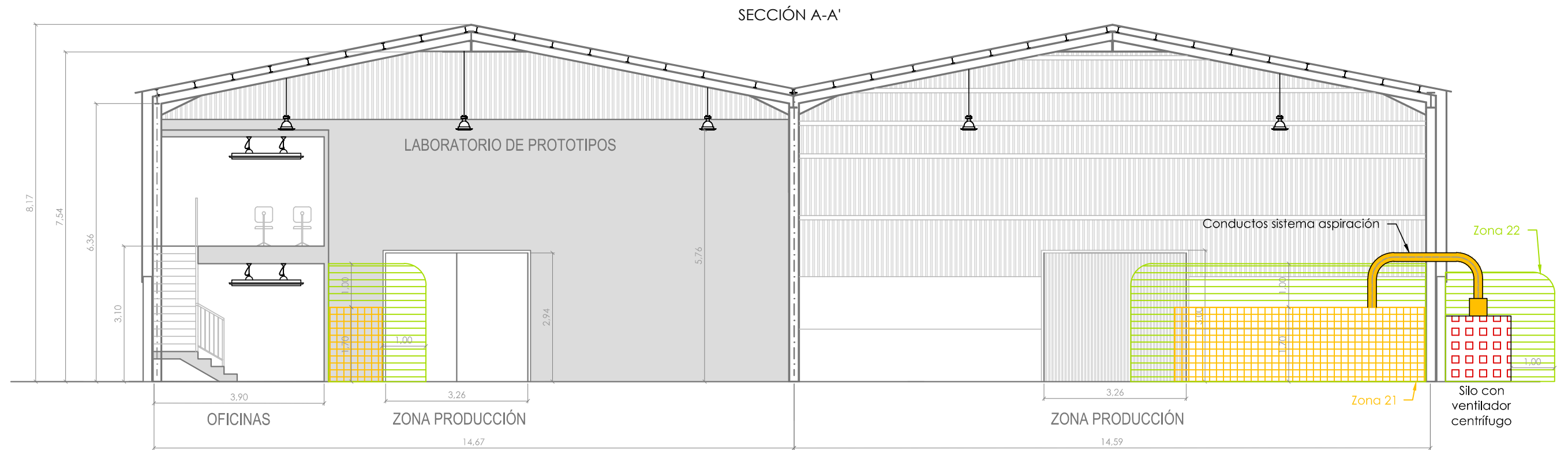
ALUMNA
Virginia Martínez Sánchez

FECHA
Julio 2.017

ESCALA
1/250



TRABAJO FINAL DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



TRABAJO FINAL DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA FÁBRICA DE BALLESTAS DE COMPOSITE

PLANO

Sección

Nº PLANO

05

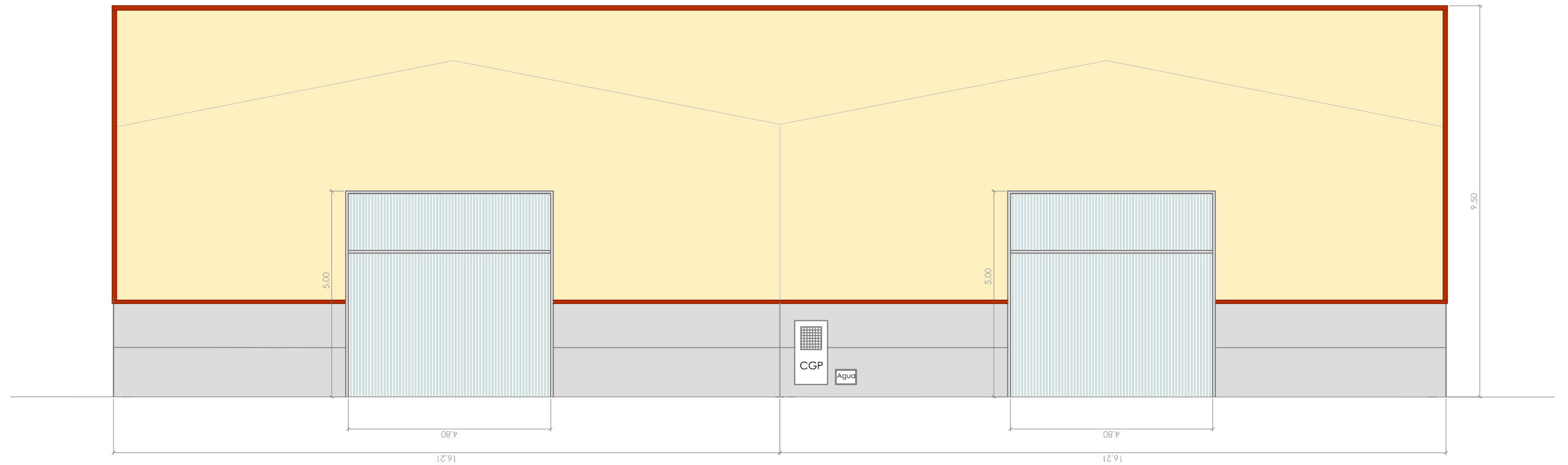
ALUMNA
Virginia Martínez Sánchez

FECHA
Julio 2.017

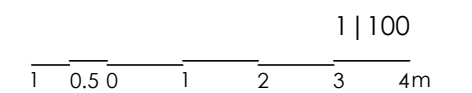
ESCALA
1/100



TRABAJO FINAL DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



CALLE DE LA ENCARNACION



TRABAJO FINAL DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA FÁBRICA DE BALLESTAS DE COMPOSITE

PLANO

Alzado de fachada principal

Nº PLANO

06

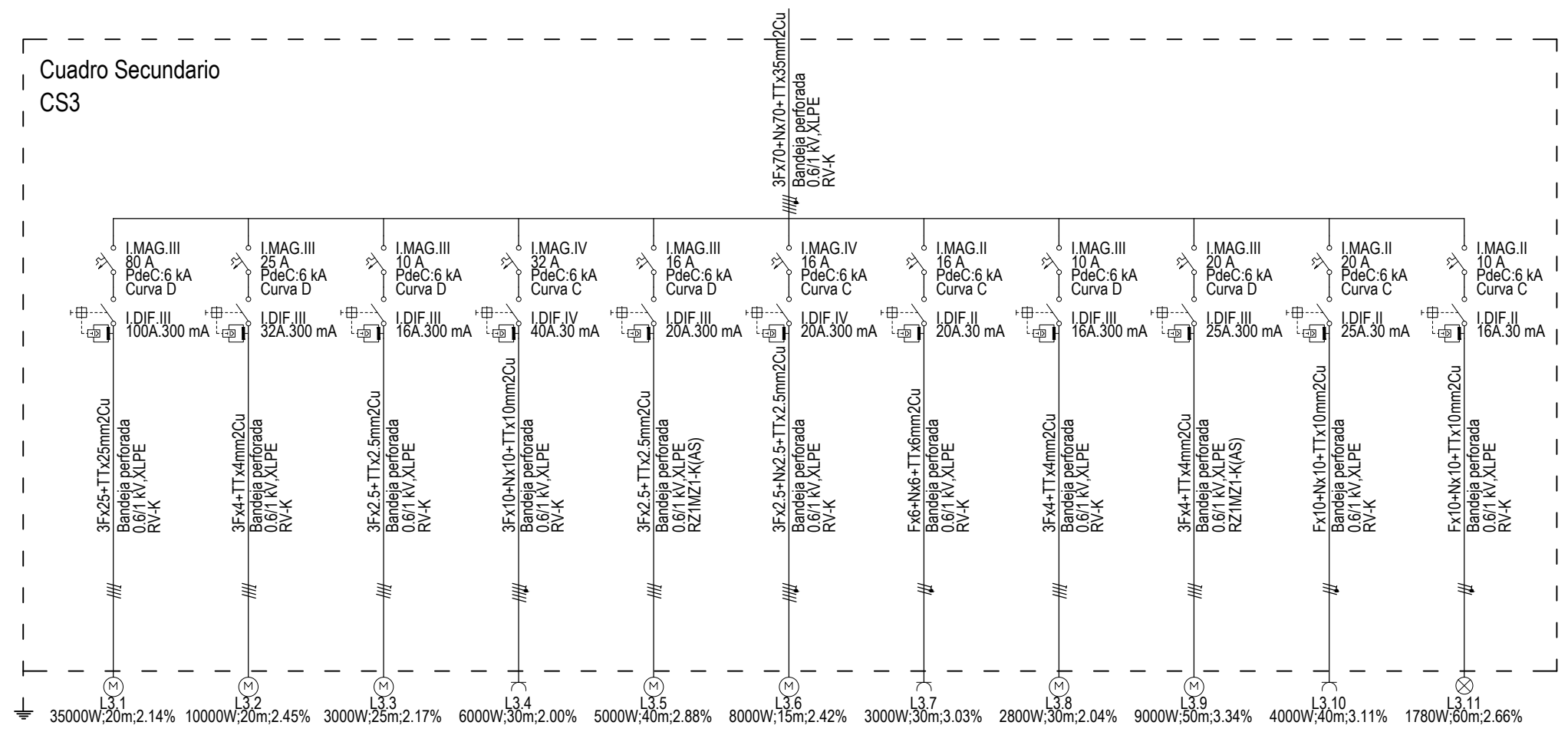
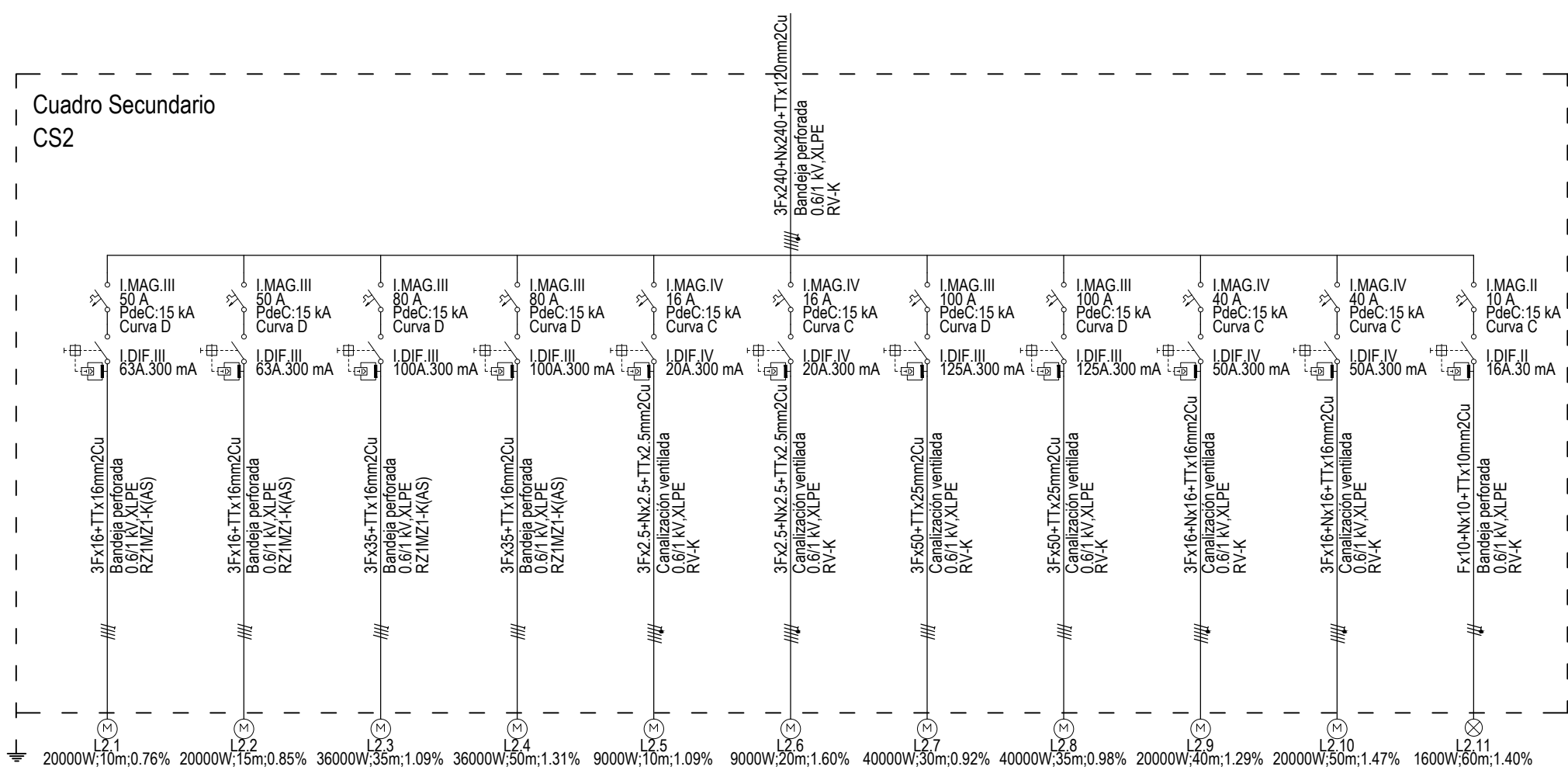
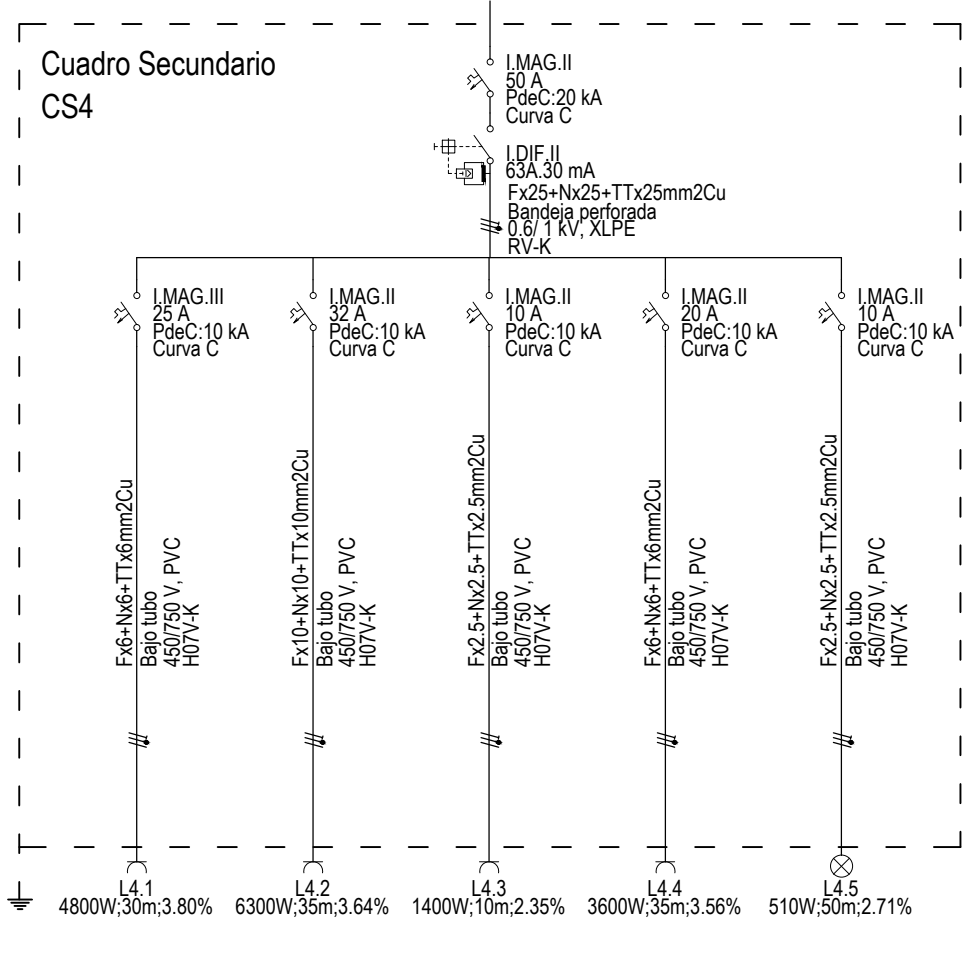
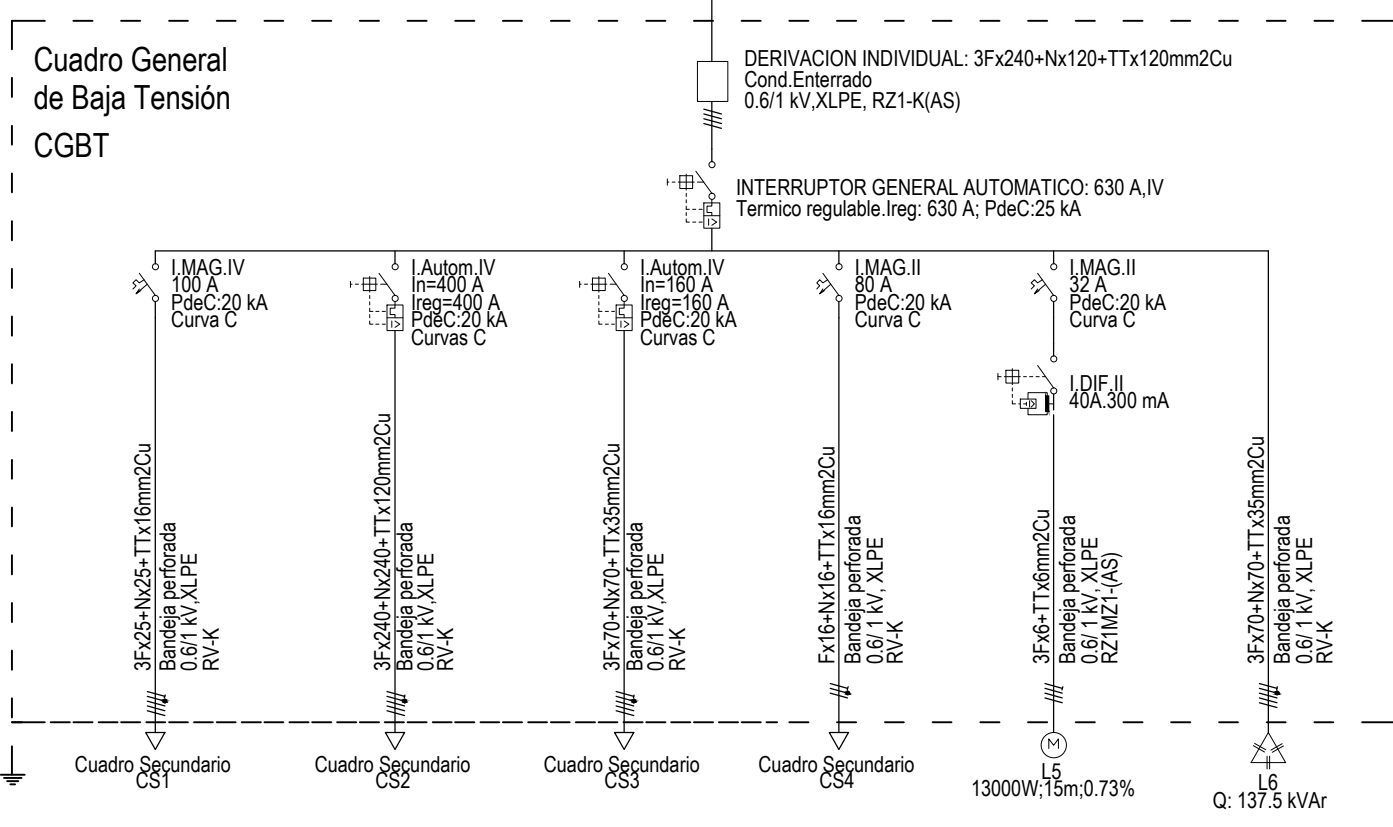
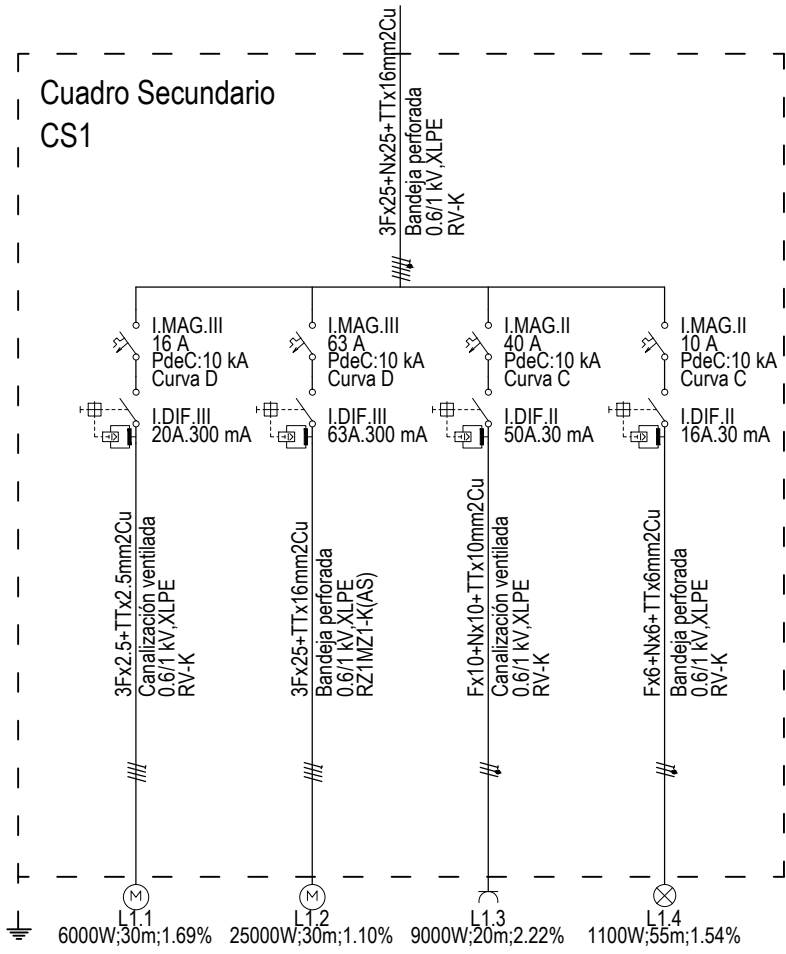
ALUMNA
Virginia Martínez Sánchez

FECHA
Julio 2.017

ESCALA
1/100



TRABAJO FINAL DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



TRABAJO FINAL DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
DE UNA FÁBRICA DE BALLESTAS DE COMPOSITE

PLANO

Instalación eléctrica - Esquema unifilar

Nº PLANO

08

ALUMNA
Virginia Martínez Sánchez

FECHA
Julio 2.017

ESCALA
S/E



TRABAJO FINAL DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES